ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

VOLUMEN 3

4 CALIDAD DE MATERIALES

5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS

COMISION
DE VIALIDAD Y
TRANSPORTE URBANO

covitur

DDF

SECRETARIA GENERAL
DE OBRAS

ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

VOLUMEN 3

4 CALIDAD DE MATERIALES

5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

MEXICO, ENERO DE 1987

PRESENTACION

En el año de 1967 se inició la construcción de los primeros 41.5 km del Sistema de Transporte Colectivo Metro; 10 años más tarde, se creó la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), organismo dependiente del Departamento del Distrito Federal (DDF), cuyas funciones principales son las de crear la infraestructura necesaria para la ampliación del Sistema Metro, así como coordinar las acciones requeridas para agilizar la transportación en general en la Ciudad de México. Estas actividades se fundamentan a su vez en el Plan de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, puesto en marcha en el año de 1980.

Dentro de este Plan Rector se le ha dado particular importancia al Metro, columna vertebral del sistema de transportación colectiva, de tal manera que actualmente se está por alcanzar una longitud total de ciento veinte kilómetros de líneas, lo que sitúa al Metro de la Ciudad de México entre los 10 sistemas más largos del mundo.

Paralelamente a estas actividades de carácter prioritario, se ha creado una tecnología específica para el Metro de la Ciudad de México, en todas las ramas de la ingeniería ligadas a su proyecto y construcción, adaptada a las características tan especiales del subsuelo del Valle de México.

Con objeto de disponer de un documento que reglamente técnica, legal y administrativamente el proyecto y construcción del Metro, COVITUR decidió, en acatamiento a lo dispuesto en la Ley de Obras Públicas y cumpliendo con las Reglas para Formulación e Integración de las Normas y Especificaciones de las Obras Públicas editadas en el Diario Oficial del 8 de enero de 1982, llevar a cabo la integración y edición de las ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO, que aquí se presentan. Estas son consecuencia de las que han servido para proyectar y construir las líneas actuales, habiéndose modificado su carácter específico para adecuarlas a las soluciones que previsiblemente habrán de presentarse durante el proyecto y construcción de futuras líneas. Como resultado de ello, en estas Especificaciones se resume la experiencia acumulada a lo largo de casi 20 años de diseñar y construir la red.

Las Especificaciones cubren los aspectos legales y administrativos para la contratación de obra y de proyecto, incluyendo los trámites previos de concurso. Así mismo, disponen los elementos y procedimientos para la formulación de estimaciones, medición de obra ejecutada y forma de pago. De igual manera definen y delimitan la personalidad de quienes se encargan del proyecto y construcción, con el fin de que su actuación y actividades sean congruentes y se encuadren dentro de un marco legal.

Además, presentan los lineamientos que deberán seguirse para el proyecto y construcción de las obras, en sus especialidades de Obra Civil y Obra Electromecánica. Se incluye también lo relativo a las características de materiales, productos, sistemas y equipos utilizados en las obras del Metro, que deberán satisfacerse para alcanzar el nivel de calidad deseado.

Cabe destacar que las Especificaciones aquí presentadas constituyen propiamente una integración de las que se han venido utilizando en el proyecto y construcción de las líneas del Metro realizadas a la fecha. Sin embargo, con el propósito de evitar repeticiones y duplicidad con las Normas y Reglamentos elaborados por el DDF, estos documentos son utilizados mediante referencias precisas, para dar vigencia a su contenido en aquellos casos que tienen aplicabilidad a la obra del Metro. De igual manera son aprovechadas las Especificaciones y Normas preparadas por diferentes dependencias gubernamentales como la Dirección General de Normas de la SECOFIN, la SCT, PEMEX, CFE, etc., para referirse a aspectos no cubiertos en las publicaciones editadas por el DDF; tal es el caso de los temas relativos a Vía, Operación, Obras Electromecánicas, etc. Finalmente cuando todas estas referencias no fueron suficientes se acudió en última instancia a instituciones extranjeras, como ASTM, AASHTO, AWS, etcétera.

En cuanto a la edición de la obra, dada su extensión se consideró pertinente dividirla en tres volúmenes cuyo contenido se resume a continuación:

VOLUMEN 1:

- Libro 1. Generalidades y Terminología.
- Libro 2. Proyecto. Obra Civil y Obra Electromecánica.

VOLUMEN 2:

- Libro 3. Construcción e Instalaciones. Obra Civil y Obra Electromecánica.

VOLUMEN 3:

- Libro 4. Calidad de Materiales. Obra Civil y Obra Electromecánica.
- Libro 5. Calidad de Equipos y Sistemas. Obra Electromecánica.

Por otra parte, reconociendo el carácter dinámico de las Especificaciones, existe el propósito de que éstas sean revisadas y actualizadas periódicamente, por lo que en su encuadernación se ha previsto la facilidad de intercambiar o adicionar hojas cuando sea necesario corregir, modificar o ampliar cualquier parte de su contenido, o bien añadir las páginas necesarias para incorporar nuevas especificaciones que

el avance tecnológico requiera. Con este mismo propósito, se ha adoptado una codificación idónea que se extiende en la numeración individual de páginas, tablas y figuras indefinidamente.

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

México, D. F., enero de 1987.

En la integración y preparación de estas Especificaciones colaboraron con COVITUR las siguientes empresas:

INGENIERIA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE METROPOLITANO, S. A. DE C. V. (ISTME)

GEOSISTEMAS, S. A. DE C. V.

GEOSOL, S. A.

INDICE GENERAL

LIBRO 1 GENERALIDADES Y TERMINOLOGIA
PARTE 1.01 UNICA
SECCION 1.01.01. UNICA
CAPITULO 1.01.01.001 Introducción
1.01.01.002 Adjudicación de contratos
1.01.01.003 Contrato de obra
1.01.01.004 Aspectos legales del Contratista y actuación de las partes
1.01.01.005 Ejecución de obra
1.01.01.006 Estimación de obra y forma de pago
1.01.01.007 Consideraciones relativas al contenido de las Especificaciones
1.01.01.008 Definición de términos

LIBRO 2 PROYECTO
PARTE 2.01 OBRA CIVIL
SECCION 2.01.01 PROYECTO GEOMETRICO
CAPITULO 2.01.01.001 Introducción
2.01.01.002 Simbología
2.01.01.003 Especificaciones de trazo
2.01.01.004 Especificaciones de perfil
2.01.01.005 Especificaciones de gálibos
2.01.01.006 Especificaciones de dimensionamiento y localización de rejillas de ventilación natural

SECCION 2.01.02 PROYECTO ARQUITECTONICO
CAPITULO 2.01.02.001 Introducción
2.01.02.002 Estaciones
2.01.02.003 Espacios anexos
2.01.02.004 Talleres

SECCION 2.01.03 MECANICA DE SUELOS
CAPITULO 2.01.03.001 Introducción
2.01.03.002 Exploración, muestreo y pruebas de laboratorio
2.01.03.003 Cimentaciones
2.01.03.004 Excavaciones
2.01.03.005 Rellenos y terraplenes
2.01.03.006 Solución en túnel
2.01.03.007 Instrumentación
2.01.03.008 Pavimentos

SECCION 2.01.04 PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 2.01.04.001 Introducción
2.01.04.002 Solicitaciones
2.01.04.003 Criterios de análisis
2.01.04.004 Criterios de diseño

PARTE 2.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 2.02.01 INSTALACIONES ELECTROMECANICAS
CAPITULO 2.02.01.001 Introducción
2.02.01.002 Simbología y terminología
2.02.01.003 Sistemas de tracción
2.02.01.004 Sistemas electrónicos
CAPITULO 2.02.01.005 Sistemas hidráulicos y sanitarios
2.02.01.006 Sistemas de aire
2.02.01.007 Sistemas de protección contra incendio
2.02.01.008 Canalizaciones eléctricas
2.02.01.009 Sistemas eléctricos

SECCION 2.02.02 VIAS PRINCIPALES
CAPITULO 2.02.02.001 Introducción
2.02.02.002 Implantación de vía

SECCION 2.02.03 VIAS SECUNDARIAS
CAPITULO 2.02.03.001 Introducción
2.02.03.002 Implantación de vía

PARTE 2.03 MATERIAL RODANTE
SECCION 2.03.01 MATERIAL RODANTE SOBRE NEUMATICOS
CAPITULO 2.03.01.001 Introducción
2.03.01.002 Generalidades
2.03.01.003 Condiciones de servicio
2.03.01.004 Condiciones de operación
2.03.01.005 Características generales del material rodante
2.03.01.006 Características técnicas de los principales sistemas del material rodante
2.03.01.007 Condiciones para el mantenimiento del material rodante
2.03.01.008 Pruebas
2.03.01.009 Garantías

PARTE 2.04 OPERACION
SECCION 2.04.01 OPERACION EN LINEA
CAPITULO 2.04.01.001 Introducción
2.04.01.002 Simbología
2.04.01.003 Características generales de una línea
2.04.01.004 Capacidad de transporte
2.04.01.005 Análisis operativo de la línea

SECCION 2.04.02 OPERACION EN ZONA DE MANIOBRAS
CAPITULO 2.04.02.001 Introducción
2.04.02.002 Simbología
2.04.02.003 Señalización
2.04.02.004 Programa de maniobras
2.04.02.005 Terminales
2.04.02.006 Vías "Y" y "Z"
2.04.02.007 Vías de enlace
2.04.02.008 Servicios provisionales

SECCION 2.04.03 OPERACION EN NAVES DE DEPOSITO Y TALLERES
CAPITULO 2.04.03.001 Introducción
2.04.03.002 Naves de depósito
2.04.03.003 Talleres

PARTE 2.05 OBRAS INDUCIDAS

SECCION 2.05.01 INSTALACIONES HIDRAULICAS MUNICIPALES

CAPITULO	2.05.01.001	Introducción
	2.05.01.002	Simbología
	2.05.01.003	Interferencias con la red de agua potable
	2.05.01.004	Interferencias con la red de alcantarillado
	2.05.01.005	Proyectos especiales

SECCION 2.05.02 DESVIOS DE TRANSITO

CAPITULO	2.05.02.001	Introducción
	2.05.02.002	Generalidades
	2.05.02.003	Estudios previos
	2.05.02.004	Especificaciones
	2.05.02.005	Representación gráfica

LIBRO 3 CONSTRUCCION E INSTALACIONES

PARTE 3.01 OBRA CIVIL

SECCION 3.01.01 EDIFICACION

CAPITULO	3.01.01.001	Introducción
	3.01.01.002	Adaptación de las áreas de trabajo
	3.01.01.003	Trazos y nivelaciones
	3.01.01.004	Demoliciones y desmantelamientos
	3.01.01.005	Excavaciones para estructuras
	3.01.01.006	Pilotes
	3.01.01.007	Pilas
	3.01.01.008	Plantillas
	3.01.01.009	Mamposterías
	3.01.01.010	Zampeados
	3.01.01.011	Rellenos en estructuras
	3.01.01.012	Estructuras de concreto reforzado
	3.01.01.013	Estructuras de concreto presforzado
	3.01.01.014	Estructuras de acero
	3.01.01.015	Estructuras de madera
	3.01.01.016	Muros en edificaciones
	3.01.01.017	Cercas de malla de alambre
	3.01.01.018	Instalaciones hidráulicas y sanitarias
	3.01.01.019	Instalaciones eléctricas en edificios
	3.01.01.020	Herrería
	3.01.01.021	Recubrimientos y acabados
	3.01.01.022	Pisos, escalones, zoclos y entrecalles
	3.01.01.023	Techados y cubiertas
	3.01.01.024	Rellenos, entortados, enladrillados y chaflanes en azoteas
	3.01.01.025	Impermeabilizaciones
	3.01.01.026	Carpintería y acabados de madera
	3.01.01.027	Vidriería
	3.01.01.028	Recubrimiento de superficies con pintura
	3.01.01.029	Cerrajería
	3.01.01.030	Colocaciones y amacizados en muros y pisos
	3.01.01.031	Señalamiento en edificios
	3.01.01.032	Jardinería
	3.01.01.033	Limpieza

SECCION 3.01.02 LINEAS SUPERFICIALES

CAPITULO	3.01.02.001	Introducción
	3.01.02.002	Adaptación de las áreas de trabajo
	3.01.02.003	Topografía para localización
	3.01.02.004	Excavaciones
	3.01.02.005	Construcción de estructuras para apoyo de vías
	3.01.02.006	Rellenos
	3.01.02.007	Repavimentaciones
	3.01.02.008	Colocación de rejas y mallas de protección
	3.01.02.009	Construcción de estaciones
	3.01.02.010	Impermeabilización de estructuras
	3.01.02.011	Acabados de estaciones
	3.01.02.012	Señalamiento en estaciones
	3.01.02.013	Limpieza

SECCION 3.01.03 LINEAS SUBTERRANEAS EN CAJON

CAPITULO	3.01.03.001	Introducción
	3.01.03.002	Adaptación de las áreas de trabajo
	3.01.03.003	Topografía para localización
	3.01.03.004	Muros ataguía colados en sitio
	3.01.03.005	Muros ataguía prefabricados
	3.01.03.006	Abatimiento del nivel freático
	3.01.03.007	Excavaciones del núcleo en el cajón
	3.01.03.008	Construcción de la estructura del cajón
	3.01.03.009	Rellenos
	3.01.03.010	Pavimentación
	3.01.03.011	Instrumentación y mediciones de control
	3.01.03.012	Construcción de estaciones
	3.01.03.013	Impermeabilización de estructuras
	3.01.03.014	Acabados de estaciones
	3.01.03.015	Señalamiento en estaciones
	3.01.03.016	Limpieza

SECCION 3.01.04 LINEAS SUBTERRANEAS EN TUNEL

CAPITULO	3.01.04.001	Introducción
	3.01.04.002	Adaptación de las áreas de trabajo
	3.01.04.003	Topografía para localización

CAPITULO 3.01.04.004 Construcción de lumbreras con el método convencional
3.01.04.005 Excavación del túnel por métodos convencionales
3.01.04.006 Excavación del túnel con escudo
3.01.04.007 Ademes temporales con concreto lanzado
3.01.04.008 Ademes temporales con marcos de acero
3.01.04.009 Ademes temporales con anclajes
3.01.04.010 Revestimiento definitivo con concreto lanzado
3.01.04.011 Revestimiento definitivo con concreto colado en sitio
3.01.04.012 Revestimiento definitivo con elementos prefabricados
3.01.04.013 Mejoramiento del subsuelo natural
3.01.04.014 Instrumentación geotécnica para control de comportamiento
3.01.04.015 Construcción de estaciones
3.01.04.016 Acabados en estaciones
3.01.04.017 Señalamiento de estaciones
3.01.04.018 Limpieza

SECCION 3.01.05 LINEAS EN ESTRUCTURAS ELEVADAS
CAPITULO 3.01.05.001 Introducción
3.01.05.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.05.003 Topografía para localización
3.01.05.004 Pilotes y pilas
3.01.05.005 Excavaciones
3.01.05.006 Estructuras de cimentación
3.01.05.007 Columnas de concreto reforzado
3.01.05.008 Estructuras elevadas de concreto reforzado y presforzado
3.01.05.009 Trabes de acero
3.01.05.010 Impermeabilización de trabes de concreto presforzado
3.01.05.011 Faldones, muretes, parapetos, losa tapa y ménsulas
3.01.05.012 Instrumentación para control de comportamiento
3.01.05.013 Estaciones en líneas elevadas
3.01.05.014 Acabados en estaciones
3.01.05.015 Señalamiento en estaciones
3.01.05.016 Limpieza

SECCION 3.01.06 OBRAS INDUCIDAS
CAPITULO 3.01.06.001 Introducción
3.01.06.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.06.003 Localización y trazo
3.01.06.004 Excavación de cepas
3.01.06.005 Instalación de tuberías para agua potable
3.01.06.006 Instalación de tuberías para alcantarillado
3.01.06.007 Rellenos en cepas
3.01.06.008 Construcción de pozos de visita y de caída
3.01.06.009 Tomas domiciliarias, bocas de riego y cajas para agua potable
3.01.06.010 Canalización subterránea para alumbrado público
3.01.06.011 Instalación y conexión de cables, postes y accesorios para alumbrado público
3.01.06.012 Desmantelamiento, desmontaje y desconexión de instalaciones de alumbrado público
3.01.06.013 Cimiento para arbotante de alumbrado público
3.01.06.014 Instalación de semáforos
3.01.06.015 Pavimentación
3.01.06.016 Reconstrucción y conservación de instalaciones diversas
3.01.06.017 Limpieza

SECCION 3.01.07 OBRAS DE URBANIZACION
CAPITULO 3.01.07.001 Introducción
3.01.07.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.01.07.003 Localización y trazo
3.01.07.004 Terracerías
3.01.07.005 Pavimentos
3.01.07.006 Banquetas y guarniciones
3.01.07.007 Puentes para vehículos
3.01.07.008 Pasos inferiores
3.01.07.009 Pasos para peatones
3.01.07.010 Muros de contención
3.01.07.011 Areas jardinadas
3.01.07.012 Señalamiento
3.01.07.013 Seguridad

PARTE 3.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 3.02.01 INSTALACION DEL SISTEMA DE VIA CON BALASTO Y DURMIENTES
CAPITULO 3.02.01.001 Introducción
3.02.01.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.02.01.003 Localización de trazo y perfil
3.02.01.004 Colocación de balasto

CAPITULO 3.02.01.005 Colocación de durmientes
3.02.01.006 Instalación de rieles
3.02.01.007 Instalación de pistas
3.02.01.008 Instalación de barras guía
3.02.01.009 Instalación de aparatos de vía
3.02.01.010 Soldadura aluminotérmica
3.02.01.011 Soldadura de pernos autosoldables mediante el método Nelson
3.02.01.012 Pruebas y puesta en servicio
3.02.01.013 Trabajos de renivelación y realineación de vías después de la puesta en servicio

SECCION 3.02.02 INSTALACION DEL SISTEMA DE VIA CON FIJACION DIRECTA SOBRE CONCRETO
CAPITULO 3.02.02.001 Introducción
3.02.02.002 Adaptación de las áreas de trabajo
3.02.02.003 Localización de trazo y perfil
3.02.02.004 Instalación de rieles
3.02.02.005 Instalación de pistas
3.02.02.006 Instalación de barras guía
3.02.02.007 Instalación de aparatos de vía
3.02.02.008 Pruebas y puesta en servicio

SECCION 3.02.03 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN ALTA TENSION
CAPITULO 3.02.03.001 Introducción a la instalación de redes eléctricas
3.02.03.002 Alimentación eléctrica de alta tensión
3.02.03.003 Instalación de subestaciones
3.02.03.004 Instalación de cables de alta tensión

SECCION 3.02.04 INSTALACION DE REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION
CAPITULO 3.02.04.001 Instalación de tableros de distribución en baja tensión
3.02.04.002 Alimentación de motores
3.02.04.003 Alimentación para luminarias, contactos y salidas especiales

SECCION 3.02.05 INSTALACION DEL SISTEMA DE PILOTAJE AUTOMATICO
CAPITULO 3.02.05.001 Introducción a la instalación de sistemas electrónicos
CAPITULO 3.02.05.002 Instalación del sistema de pilotaje automático

SECCION 3.02.06 INSTALACION DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION
CAPITULO 3.02.06.001 Instalación del sistema de señalización

SECCION 3.02.07 INSTALACION DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO
CAPITULO 3.02.07.001 Instalación del sistema de mando centralizado

SECCION 3.02.08 INSTALACION DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
CAPITULO 3.02.08.001 Telefonía directa
3.02.08.002 Telefonía automática
3.02.08.003 Telefonía de trenes
3.02.08.004 Sonorización
3.02.08.005 Intercomunicación y voceo
3.02.08.006 Relojes
3.02.08.007 Alarmas

SECCION 3.02.09 INSTALACION DEL SISTEMA DE PEAJE AUTOMATICO
CAPITULO 3.02.09.001 Instalación del sistema de peaje automático

SECCION 3.02.10 INSTALACION DEL SISTEMA DE TRACCION
CAPITULO 3.02.10.001 Instalación del sistema de tracción

SECCION 3.02.11 INSTALACION DE SISTEMAS DE AIRE
CAPITULO 3.02.11.001 Introducción a las instalaciones electromecánicas

CAPITULO 3.02.11.002 Instalaciones para ventilación natural de estaciones y tramos subterráneos
3.02.11.003 Instalación para ventilación mecánica
3.02.11.004 Instalación para aire acondicionado
3.02.11.005 Instalación para aire comprimido

SECCION 3.02.12 INSTALACION DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 3.02.12.001 Instalación de redes contra incendio
3.02.12.002 Instalación de equipos contra incendio
3.02.12.003 Señalamiento
3.02.12.004 Sistema de control de seguridad

SECCION 3.02.13 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
CAPITULO 3.02.13.001 Instalación de tuberías de alimentación

CAPITULO 3.02.13.002 Instalaciones sanitarias y de drenaje
3.02.13.003 Cisternas, cárcamos y cuartos de bombas
3.02.13.004 Instalación de equipos de bombeo

SECCION 3.02.14 INSTALACIONES MECANICAS
CAPITULO 3.02.14.001 Instalación de escaleras y aceras móviles
3.02.14.002 Instalación de equipos especiales

LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES
PARTE 4.01 OBRA CIVIL
SECCION 4.01.01 CALIDAD DE MATERIALES Y PRODUCTOS PARA OBRA CIVIL
CAPITULO 4.01.01.001 Introducción
4.01.01.002 Concreto hidráulico y componentes
4.01.01.003 Mortero hidráulico y componentes
4.01.01.004 Piedra para construcción
4.01.01.005 Materiales y productos de acero
4.01.01.006 Materiales y productos de fierro fundido
4.01.01.007 Materiales y productos de madera
4.01.01.008 Materiales para cimbra
4.01.01.009 Láminas y productos de neopreno
4.01.01.010 Productos de asbesto-cemento
4.01.01.011 Materiales para muros
4.01.01.012 Materiales para recubrimiento de muros
4.01.01.013 Materiales para pisos
4.01.01.014 Materiales para acabados de techos
4.01.01.015 Materiales y productos para pavimentos
4.01.01.016 Materiales para juntas constructivas
4.01.01.017 Tuberías y conexiones
4.01.01.018 Válvulas
4.01.01.019 Materiales y productos para impermeabilización
4.01.01.020 Materiales para herrería y cerrajería
4.01.01.021 Materiales, productos y elementos para vidriería
4.01.01.022 Pinturas
4.01.01.023 Materiales y productos de jardinería
4.01.01.024 Lodos bentoníticos y componentes
4.01.01.025 Productos para inyección de suelos
4.01.01.026 Productos y materiales para adhesivos

PARTE 4.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 4.02.01 CALIDAD DE MATERIALES Y DE PRODUCTOS PARA OBRA ELECTROMECANICA
CAPITULO 4.02.01.001 Materiales y productos para estructuras de vía
4.02.01.002 Materiales y productos para redes eléctricas
4.02.01.003 Materiales y productos para redes electrónicas
4.02.01.004 Materiales y productos para tracción
4.02.01.005 Materiales y productos para ventilación, aire acondicionado y aire comprimido
4.02.01.006 Materiales y productos para sistemas contra incendio
4.02.01.007 Materiales y productos para redes hidráulicas y sanitarias

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS
PARTE 5.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 5.02.01 SISTEMAS DE VENTILACION, AIRE ACONDICIONADO Y AIRE COMPRIMIDO
CAPITULO 5.02.01.001 Equipo para ventilación
5.02.01.002 Equipo para aire acondicionado
5.02.01.003 Equipo para aire comprimido

SECCION 5.02.02 SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 5.02.02.001 Equipo de bombeo para protección contra incendio
5.02.02.002 Equipo de control para sistemas contra incendio

SECCION 5.02.03 SISTEMAS DE CONTROL
CAPITULO 5.02.03.001 Señalización
5.02.03.002 Mando centralizado
5.02.03.003 Telecomunicación
5.02.03.004 Pilotaje automático
5.02.03.005 Peaje

SECCION 5.02.04 SISTEMAS ELECTROMECANICOS
CAPITULO 5.02.04.001 Subestaciones de alumbrado y fuerza
5.02.04.002 Alumbrado de emergencia
5.02.04.003 Tableros de transferencia automática

CAPITULO	5.02.04.004	Tableros de control automático
	5.02.04.005	Tableros de alta tensión
	5.02.04.006	Tableros de distribución principal y secundaria en baja tensión
	5.02.04.007	Centro de control de motores
	5.02.04.008	Transformadores para alumbrado, fuerza y ventilación
	5.02.04.009	Cargador y banco de baterías
	5.02.04.010	Motores tipo jaula de ardilla horizontales
	5.02.04.011	Motores tipo jaula de ardilla verticales
	5.02.04.012	Subestaciones de rectificación
CAPITULO	5.02.04.013	Transformadores para tracción
	5.02.04.014	Seccionadores e inversores manuales
	5.02.04.015	Seccionadores de aislamiento telemandado
	5.02.04.016	Contactores
	5.02.04.017	Interruptores
	5.02.04.018	Subestaciones de ventilación
	5.02.04.019	Escaleras y aceras móviles
	5.02.04.020	Equipo de bombeo
	5.02.04.021	Grúas y polipastos
	5.02.04.022	Equipo generador de vapor
	5.02.04.023	Máquina lavadora de trenes

INDICE

LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES

PARTE 4.01 OBRA CIVIL

SECCION 4.01.01 CALIDAD DE MATERIALES Y DE PRODUCTOS PARA OBRA CIVIL

CAPITULO 4.01.01.001 INTRODUCCION

Alcance 1- 1
Funciones del Representante y del Contratista 1- 1
Verificación de calidad 1- 1
Embarque, transporte y almacenaje 1- 2

CAPITULO 4.01.01.002 CONCRETO HIDRAULICO Y COMPONENTES

CLAUSULA 002.A Cementos 2- 1
002.B Agregados para concreto 2- 4
002.C Agua para concreto hidráulico 2- 5
002.D Aditivos para concreto 2- 7
002.E Líquidos para curado de concreto 2-11
002.F Materiales laminares para curado de concreto 2-12
002.G Concreto hidráulico 2-13

CAPITULO 4.01.01.003 MORTERO HIDRAULICO Y COMPONENTES

CLAUSULA 003.A Cemento-mortero Portland 3- 1
003.B Cemento 3- 1
003.C Agua para mortero 3- 1
003.D Cal hidratada 3- 1
003.E Cal hidráulica hidratada 3- 2
003.F Agregado fino para mortero 3- 3
003.G Yeso calcinado 3- 4
003.H Mortero para albañilería 3- 4

CAPITULO 4.01.01.004 PIEDRA PARA CONSTRUCCION

CLAUSULA 004.A Piedra para recubrimientos 4- 1
004.B Piedra para mampostería 4- 2

CAPITULO 4.01.01.005 MATERIALES Y PRODUCTOS DE ACERO

CLAUSULA 005.A Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto 5- 1
005.B Alambres y cables para concreto presforzado 5- 3
005.C Acero estructural 5- 6
005.D Láminas de acero al carbono 5- 6
005.E Láminas de acero al carbono galvanizadas 5- 9
005.F Alambre de acero para mallas soldadas 5-13
005.G Alambre de púas de fierro o acero galvanizado 5-15
005.H Malla de alambre para cercados 5-17
005.I Clavos cilíndricos 5-18
005.J Tornillos de acero 5-21
005.K Pernos de acero al carbono 5-21
005.L Tuercas de acero al carbono o aleado 5-25
005.M Acero inoxidable austenítico 5-25
005.N Varillas y electrodos para soldadura 5-26
005.Ñ Rejillas electroforjadas 5-27
005.O Uniones mecánicas y exotérmicas para varillas de acero 5-31

CAPITULO 4.01.01.006 MATERIALES Y PRODUCTOS DE FIERRO FUNDIDO

CLAUSULA 006.A Tubos de fierro colado gris 6- 1
006.B Válvulas de fierro fundido 6- 1
006.C Piezas coladas de fundición gris 6- 1

CAPITULO 4.01.01.007 MATERIALES Y PRODUCTOS DE MADERA

CLAUSULA 007.A Madera estructural en tira 7- 1
007.B Tablas y tablones de ocote 7- 1
007.C Madera para obra negra, en hojas 7- 3
007.D Tableros de madera prensada 7- 3
007.E Tableros de fibra de madera 7- 3

CLAUSULA 007.F Madera para acabados, en hojas **7**- 4
007.G Madera para acabados, en tiras **7**- 4

CAPITULO 4.01.01.008 MATERIALES PARA CIMBRA
CLAUSULA 008.A Maderas para cimbras **8**- 1
008.B Materiales metálicos para cimbras **8**- 1
008.C Plástico y fibra de vidrio para cimbras **8**- 1
008.D Materiales de cartón y papel para cimbras **8**- 2
008.E Cimbra estructural perdida **8**- 2

CAPITULO 4.01.01.009 LAMINAS Y PRODUCTOS DE NEOPRENO
CLAUSULA 009.A Apoyos laminados de neopreno y acero **9**- 1
009.B Apoyos de cojinetes deslizantes amortiguadores **9**- 4

CAPITULO 4.01.01.010 PRODUCTOS DE ASBESTO-CEMENTO
CLAUSULA 010.A Láminas de asbesto-cemento **10**- 1
010.B Tubos de asbesto-cemento **10**- 1
010.C Tinacos de asbesto-cemento **10**- 6

CAPITULO 4.01.01.011 MATERIALES PARA MUROS
CLAUSULA 011.A Tabiques y bloques cerámicos de arcilla **11**- 1
011.B Bloques, tabiques y tabicones de concreto **11**- 1
011.C Bloques de yeso **11**- 3
011.D Paneles de yeso **11**- 4
011.E Tableros de madera prensada **11**- 5
011.F Prefabricados de concreto ligero para muros **11**- 7

CAPITULO 4.01.01.012 MATERIALES PARA RECUBRIMIENTO DE MUROS
CLAUSULA 012.A Yeso **12**- 1
012.B Azulejo **12**- 1
012.C Cerámica **12**- 1
012.D Recubrimientos de barro **12**- 1
012.E Láminas de asbesto-cemento **12**- 1
012.F Mamparas **12**- 1
012.G Recubrimientos de películas plásticas **12**- 2
012.H Recubrimientos de mármol **12**- 3
012.I Recubrimientos de piedra en muros **12**- 3
012.J Maderas **12**- 3
CLAUSULA 012.K Pinturas **12**- 3
012.L Pastas para recubrimiento de muros **12**- 3

CAPITULO 4.01.01.013 MATERIALES PARA PISOS
CLAUSULA 013.A Losetas o placas de mármol **13**- 1
013.B Losetas asfálticas **13**- 1
013.C Losetas vinílicas **13**- 1
013.D Laminados termoplásticos decorativos **13**- 1
013.E Losetas de barro con vidriado **13**- 2
013.F Mosaicos **13**- 3
013.G Ladrillo de arcilla recocida **13**- 3
013.H Azulejos **13**- 5
013.I Cerámicas **13**- 5
013.J Maderas **13**- 5

CAPITULO 4.01.01.014 MATERIALES PARA ACABADOS DE TECHOS
CLAUSULA 014.A Yeso **14**- 1
014.B Pastas para techos **14**- 1
014.C Morteros **14**- 1
014.D Placas de yeso **14**- 1
014.E Productos para falso plafón **14**- 2
014.F Productos metálicos para falso plafón **14**- 3
014.G Pérgolas metálicas (marimbas) **14**- 3
014.H Madera **14**- 3
014.I Pintura **14**- 3

CAPITULO 4.01.01.015 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA PAVIMENTOS
CLAUSULA 015.A Materiales para terracerías **15**- 1
015.B Materiales para sub-bases de pavimentos flexibles **15**- 1
015.C Materiales para base hidráulica y sub-base de pavimentos rígidos **15**- 2
015.D Materiales asfálticos **15**- 4
015.E Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas **15**- 4
015.F Losas de concreto hidráulico para pavimentos **15**- 7
015.G Adoquines de concreto **15**- 7

CAPITULO 4.01.01.016 MATERIALES PARA JUNTAS CONSTRUCTIVAS
CLAUSULA 016.A Bandas de cloruro de polivinilo (PVC) **16**- 1
016.B Tiras preformadas de neopreno **16**- 2

CLAUSULA 016.C Selladores de juntas en frío **16**- 4
016.D Rellenos para juntas de expansión **16**- 5
016.E Juntas preformadas de policloropreno **16**- 5

CAPITULO 4.01.01.017 TUBERIAS Y CONEXIONES
CLAUSULA 017.A Tubería de concreto simple **17**- 1
017.B Tubería de concreto reforzado **17**- 1
017.C Tubería de concreto presforzado **17**- 1
017.D Tubería de acero para instalaciones hidráulicas **17**- 1
017.E Tubos de acero al carbono para usos estructurales **17**- 1
017.F Tubos de asbesto-cemento **17**- 9
017.G Tubería de PVC y conexiones **17**- 9
017.H Tubos sanitarios de PVC **17**- 9
017.I Tubería de cobre y conexiones **17**- 9
017.J Tubos de fierro colado gris para cañerías y sus conexiones **17**- 9
017.K Tubería de barro vitrificado **17**- 9
017.L Piezas especiales y accesorios para tubería **17**- 9
017.M Conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado **17**- 9

CAPITULO 4.01.01.018 VALVULAS
CLAUSULA 018.A Válvulas para uso general **18**- 1
018.B Válvulas de flotador **18**- 1
018.C Válvulas de seguridad **18**- 2

CAPITULO 4.01.01.019 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA IMPER-MEABILIZACION
CLAUSULA 019.A Cemento plástico bituminoso **19**- 1
019.B Base asfáltica en disolventes **19**- 2
019.C Revestimiento asfáltico en disolventes **19**- 2
019.D Materiales asfálticos **19**- 3
019.E Fieltro saturado con asfalto **19**- 3
019.F Malla de fibra de vidrio **19**- 3
019.G Membranas preformadas **19**- 5

CAPITULO 4.01.01.020 MATERIALES PARA HERRERIA Y CERRAJERIA
CLAUSULA 020.A Perfiles tubulares de lámina **20**- 1
020.B Perfiles de aluminio **20**- 1
020.C Tubería de latón **20**- 1
020.D Cerraduras para puertas **20**- 2

CAPITULO 4.01.01.021 MATERIALES, PRODUCTOS Y ELEMENTOS PARA VIDRIERIA
CLAUSULA 021.A Vidrio plano **21**- 1
021.B Placas de material acrílico **21**- 1
021.C Cristal transparente templado **21**- 1
021.D Espejos de vidrio o cristal **21**- 2
021.E Láminas de fibras y materiales plásticos **21**- 4
021.F Mastiques **21**- 5
021.G Elementos de sujeción **21**- 6

CAPITULO 4.01.01.022 PINTURAS
CLAUSULA 022.A Pinturas anticorrosivas **22**- 1
022.B Pintura de acabado **22**- 3
022.C Pintura para señalamiento de tránsito (PST) **22**- 4
022.D Pintura vinílica **22**- 6
022.E Resinas epóxicas **22**- 9

CAPITULO 4.01.01.023 MATERIALES Y PRODUCTOS DE JARDINERIA
CLAUSULA 023.A Tierra vegetal para siembras **23**- 1
023.B Desinfectantes para tierra vegetal **23**- 1
023.C Fertilizantes **23**- 1
023.D Especies vegetales y semillas **23**- 2
023.E Agua para riego **23**- 2
023.F Elementos de ornato en jardines **23**- 2

CAPITULO 4.01.01.024 LODOS BENTONITICOS Y COMPONENTES
CLAUSULA 024.A Lodos bentoníticos **24**- 1

CAPITULO 4.01.01.025 PRODUCTOS PARA INYECCION DE SUELOS
CLAUSULA 025.A Mezclas para inyección **25**- 1
025.B Productos químicos **25**- 2

CAPITULO 4.01.01.026 PRODUCTOS Y MATERIALES PARA ADHESIVOS
CLAUSULA 026.A Adhesivos **26**- 1

PARTE 4.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 4.02.01 CALIDAD DE MATERIALES Y DE PRODUCTOS PARA OBRA ELECTROMECANICA

CAPITULO 4.02.01.001 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA ESTRUCTURAS DE VIA

CLAUSULA 4.02.01.001.A BALASTO
INCISO 001.A.01 Descripción 1- 1
001.A.02 Referencias 1- 1
001.A.03 Requisitos de calidad 1- 1

CLAUSULA 4.02.01.001.B DURMIENTES
INCISO 001.B.01 Durmientes de madera 1- 3
001.B.02 Durmientes de concreto reforzado tipo biblock 1- 7
001.B.03 Durmientes y piezas de madera para los aparatos de vía 1- 31

CLAUSULA 4.02.01.001.C PISTA, RIEL DE SEGURIDAD Y BARRA GUIA
INCISO 001.C.01 Pista metálica francesa 1- 35
001.C.02 Pista metálica en acero A-36 1- 41
001.C.03 Riel nuevo 1- 45
001.C.04 Riel usado 1- 62
001.C.05 Barra guía francesa 1- 67
001.C.06 Barra guía en acero A-36 1- 71
001.C.07 Juntas de dilatación 1- 79

CLAUSULA 4.02.01.001.D MATERIAL PARA FIJACION DE VIA
INCISO 001.D.01 Aisladores 1- 85
001.D.02 Calzas aislantes para rieles y pistas 1- 90
001.D.03 Calzas para aisladores 1- 98
001.D.04 Calzas de concreto reforzado 1-100
001.D.05 Piezas para fijación de aisladores en durmientes de madera 1-110
001.D.06 Tirafondos para durmientes de madera 1-112
001.D.07 Pernos tirafondo para durmientes de concreto 1-120
001.D.08 Almohadillas de caucho para rieles y pistas 1-129
001.D.09 Almohadillas de caucho para asiento de aisladores sobre durmientes de concreto 1-135
001.D.10 Tornillos y tuercas para vía 1-140
001.D.11 Tornillería ordinaria de acero 1-148
001.D.12 Tornillos para fijación de aisladores en vía sobre concreto y en durmientes de concreto 1-151
001.D.13 Grapas para la fijación de rieles y pistas en durmientes de concreto 1-156
001.D.14 Grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto 1-163
INCISO 001.D.15 Cuña lateral para pistas metálicas a colocarse sobre durmientes de concreto 1-168
001.D.16 Placas y arandelas metálicas para grapas sobre durmientes de concreto 1-171
001.D.17 Rondanas elásticas para la fijación directa de la vía sobre concreto 1-178
001.D.18 Grapas (sapos) y cuñas metálicas para fijación de rieles y pistas en fosas y talleres 1-181

CLAUSULA 4.02.01.001.E MATERIAL AISLANTE
INCISO 001.E.01 Pequeño material aislante para vía y aparatos de vía 1-185
001.E.02 Perfiles aislantes de material plástico 1-187
001.E.03 Planchuelas aislantes de madera laminada impregnada de resinas sintéticas 1-188
001.E.04 Recubrimiento plástico 1-190
001.E.05 Placas de material aislante 1-193
001.E.06 Bloque aislante para barra guía y toma de corriente 1-195

CLAUSULA 4.02.01.001.F APARATOS DE VIA
INCISO 001.F.01 Piezas moldeadas de acero no aleado 1-199
001.F.02 Piezas de acero forjado 1-202
001.F.03 Piezas moldeadas de acero al manganeso 1-207
001.F.04 Piezas soldadas de acero no aleado 1-216
001.F.05 Recepción de los aparatos de vía completos y refacciones 1-219

CLAUSULA 4.02.01.001.G MATERIALES PARA SELLAMIENTO, RELLENO Y FIJACION DE VIA SOBRE DURMIENTES Y LOSA DE CONCRETO
INCISO 001.G.01 Mortero de sellamiento para fijación de vía en losa de concreto 1-237
001.G.02 Producto de sellamiento de pernos tirafondo en durmientes de concreto 1-237
001.G.03 Mortero de sellamiento para fijación de la vía en fosas 1-238
001.G.04 Mortero de relleno bajo calzas aislantes en vía sobre concreto 1-238

INCISO 001.G.05 Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto **1**-240
001.G.06 Guarnición helicoidal para la fijación de pernos tirafondo en durmientes de concreto **1**-241
001.G.07 Anclaje con conos de plomo para fijación de tornillos de aisladores en la vía sobre concreto **1**-243
001.G.08 Vástagos de anclaje en acero **1**-245

CLAUSULA 4.02.01.001.H PLANCHUELAS METALICAS
INCISO 001.H.01 Planchuelas metálicas para rieles, pistas y aparatos de vía **1**-247

CAPITULO 4.02.01.002 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA REDES ELECTRICAS
CLAUSULA 4.02.01.002.A DUCTOS
INCISO 002.A.01 Ductos de asbesto-cemento **2**- 1
002.A.02 Ductos de PVC **2**- 1
002.A.03 Ductos tipo cuadrado embisagrados **2**- 1

CLAUSULA 4.02.01.002.B REGISTROS
INCISO 002.B.01 Registros **2**- 3

CLAUSULA 4.02.01.002.C CONDUCTOS Y ACCESORIOS METALICOS
INCISO 002.C.01 Charolas soporte, tipo escalera **2**- 13
002.C.02 Tubería conduit rígida **2**- 22
002.C.03 Tubería conduit flexible **2**- 22
002.C.04 Cajas y gabinetes **2**- 23
002.C.05 Monitores, contratuercas y abrazaderas **2**- 23
002.C.06 Condulets y accesorios **2**- 28

CLAUSULA 4.02.01.002.D CABLES CONDUCTORES, EMPALMES, TERMINALES Y AISLANTES
INCISO 002.D.01 Cables para alta tensión **2**- 29
002.D.02 Cables para baja tensión **2**- 31
002.D.03 Cables para alumbrado **2**- 35
002.D.04 Empalmes y terminales **2**- 35
002.D.05 Cinta aislante de hule **2**- 36

CLAUSULA 4.02.01.002.E EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA ILUMINACION
INCISO 002.E.01 Lámparas fluorescentes **2**- 39
002.E.02 Lámparas de vapor de sodio en alta y baja presión **2**- 39
002.E.03 Reflectores **2**- 39
002.E.04 Fuentes autónomas de emergencia **2**- 40

CLAUSULA 4.02.01.002.F APAGADORES Y CONTACTOS
INCISO 002.F.01 Apagadores y contactos **2**- 43

CLAUSULA 4.02.01.002.G SISTEMAS DE FIJACION Y SOPORTE
INCISO 002.G.01 Sistemas de fijación y soportes para ductos cuadrados embisagrados **2**- 45
002.G.02 Sistemas de fijación para charolas soporte **2**- 45
002.G.03 Sistemas de fijación y soportes para luminarias **2**- 46

CLAUSULA 4.02.01.002.H FUSIBLES, INTERRUPTORES, ESTACIONES DE BOTONES Y CENTROS DE CARGA
INCISO 002.H.01 Fusibles **2**- 47
002.H.02 Interruptores y estaciones de botones **2**- 47
002.H.03 Centros de carga **2**- 47

CLAUSULA 4.02.01.002.I SISTEMAS DE TIERRA
INCISO 002.I.01 Sistemas de tierra **2**- 49

CAPITULO 4.02.01.003 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA REDES ELECTRONICAS
CLAUSULA 4.02.01.003.A DUCTOS
INCISO 003.A.01 Ductos de asbesto-cemento **3**- 1
003.A.02 Ductos de PVC **3**- 1

CLAUSULA 4.02.01.003.B CONDUCTOS Y ACCESORIOS METALICOS
INCISO 003.B.01 Charolas soporte, tipo escalera **3**- 3
003.B.02 Tubería conduit y accesorios **3**- 3

CLAUSULA 4.02.01.003.C CABLES CONDUCTORES
INCISO 003.C.01 Conductores para redes electrónicas **3**- 5

CAPITULO 4.02.01.004 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA TRACCION
CLAUSULA 4.02.01.004.A DUCTOS
INCISO 004.A.01 Ductos de asbesto-cemento **4**- 1
004.A.02 Ductos de PVC **4**- 1

CLAUSULA 4.02.01.004.B REGISTROS DE CONCRETO
INCISO 004.B.01 Registros de concreto **4**- 3

CLAUSULA 4.02.01.004.C CANALETAS DE CONCRETO
INCISO 004.C.01 Canaletas de concreto **4**- 5

CLAUSULA 4.02.01.004.D CHAROLAS SOPORTE, TIPO ESCALERA
INCISO 004.D.01 Charolas soporte, tipo escalera **4-** 7

CLAUSULA 4.02.01.004.E CONDUCTORES DE 1 kV PARA ALIMENTACION DE TRACCION
INCISO 004.E.01 Conductores de 1 kV para alimentación de tracción **4-** 9

CLAUSULA 4.02.01.004.F CONECTORES
INCISO 004.F.01 Conectores mecánicos **4-** 13
004.F.02 Conectores soldables **4-** 13

CLAUSULA 4.02.01.004.G CUPONES DE PROTECCION
INCISO 004.G.01 Cupones de protección **4-** 15

CLAUSULA 4.02.01.004.H MALLAS EQUIPOTENCIALES
INCISO 004.H.01 Mallas equipotenciales **4-** 17

CAPITULO 4.02.01.005 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA VENTILACION, AIRE ACONDICIONADO Y AIRE COMPRIMIDO

CLAUSULA 4.02.01.005.A REJILLAS PARA SISTEMAS DE AIRE
INCISO 005.A.01 Rejillas para sistemas de aire **5-** 1

CLAUSULA 4.02.01.005.B FILTROS PARA AIRE ACONDICIONADO
INCISO 005.B.01 Filtros para aire acondicionado **5-** 3

CLAUSULA 4.02.01.005.C DUCTOS PARA SISTEMAS DE AIRE
INCISO 005.C.01 Ductos para sistemas de aire **5-** 5

CLAUSULA 4.02.01.005.D SOPORTERIA PARA DUCTOS
INCISO 005.D.01 Soportería para ductos **5-** 9

CLAUSULA 4.02.01.005.E AISLANTES TERMICOS
INCISO 005.E.01 Aislantes térmicos **5-** 11

CAPITULO 4.02.01.006 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CLAUSULA 4.02.01.006.A TUBERIAS, CONEXIONES, TOMAS Y VALVULAS
INCISO 006.A.01 Tuberías, conexiones, tomas y válvulas **6-** 1

CLAUSULA 4.02.01.006.B HIDRANTES Y ROCIADORES
INCISO 006.B.01 Hidrantes y rociadores **6-** 3

CLAUSULA 4.02.01.006.C GABINETES DE EMERGENCIA
INCISO 006.C.01 Gabinetes de emergencia **6-** 5

CLAUSULA 4.02.01.006.D EXTINTORES
INCISO 006.D.01 Extintores **6-** 7

CAPITULO 4.02.01.007 MATERIALES Y PRODUCTOS PARA REDES HIDRAULICAS Y SANITARIAS
CLAUSULA 4.02.01.007.A TUBERIAS, CONEXIONES, VALVULAS, MUEBLES SANITARIOS Y ACCESORIOS
INCISO 007.A.01 Tuberías, conexiones, válvulas, muebles sanitarios y accesorios **7-** 1

CLAUSULA 4.02.01.007.B CHAROLAS PLUVIALES
INCISO 007.B.01 Charolas pluviales **7-** 3

LIBRO 5 CALIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS

PARTE 5.02 OBRA ELECTROMECANICA
SECCION 5.02.01 SISTEMAS DE VENTILACION, AIRE ACONDICIONADO Y AIRE COMPRIMIDO
CAPITULO 5.02.01.001 EQUIPO PARA VENTILACION
CLAUSULA 001.A Descripción **1-** 1
001.B Referencias **1-** 1
001.C Requisitos de calidad **1-** 1

CAPITULO 5.02.01.002 EQUIPO PARA AIRE ACONDICIONADO
CLAUSULA 002.A Descripción **2-** 1
002.B Referencias **2-** 1
002.C Requisitos de calidad **2-** 2

CAPITULO 5.02.01.003 EQUIPO PARA AIRE COMPRIMIDO
CLAUSULA 003.A Descripción **3-** 1
003.B Referencias **3-** 1
003.C Requisitos de calidad **3-** 1

SECCION 5.02.02 SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CAPITULO 5.02.02.001 EQUIPO DE BOMBEO PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO
CLAUSULA 001.A Descripción **1-** 1
001.B Referencias **1-** 1
001.C Requisitos de calidad **1-** 1

CAPITULO 5.02.02.002 EQUIPO DE CONTROL PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1
002.C Requisitos de calidad **2**- 1

SECCION 5.02.03 SISTEMAS DE CONTROL
CAPITULO 5.02.03.001 SEÑALIZACION
CLAUSULA 001.A Descripción **1**- 1
001.B Referencias **1**- 4
001.C Requisitos de calidad **1**- 4

CAPITULO 5.02.03.002 MANDO CENTRALIZADO
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 2
002.C Requisitos de calidad **2**- 3

CAPITULO 5.02.03.003 TELECOMUNICACION
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 2
003.C Requisitos de calidad **3**- 3

CAPITULO 5.02.03.004 PILOTAJE AUTOMATICO
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.C Requisitos de calidad **4**- 1

CAPITULO 5.02.03.005 PEAJE
CLAUSULA 005.A Descripción **5**- 1
005.B Referencias **5**- 2
005.C Requisitos de calidad **5**- 2

SECCION 5.02.04 SISTEMAS ELECTROMECANICOS
CAPITULO 5.02.04.001 SUBESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA
CLAUSULA 001.A Descripción **1**- 1
001.B Referencias **1**- 2
001.C Requisitos de calidad **1**- 3

CAPITULO 5.02.04.002 ALUMBRADO DE EMERGENCIA
CLAUSULA 002.A Descripción **2**- 1
002.B Referencias **2**- 1

CAPITULO 5.02.04.003 TABLEROS DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA
CLAUSULA 003.A Descripción **3**- 1
003.B Referencias **3**- 1
003.C Requisitos de calidad **3**- 1

CAPITULO 5.02.04.004 TABLEROS DE CONTROL AUTOMATICO
CLAUSULA 004.A Descripción **4**- 1
004.B Referencias **4**- 1
004.C Requisitos de calidad **4**- 1

CAPITULO 5.02.04.005 TABLEROS DE ALTA TENSION
CLAUSULA 005.A Descripción **5**- 1
005.B Referencias **5**- 1
005.C Requisitos de calidad **5**- 1

CAPITULO 5.02.04.006 TABLEROS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL Y SECUNDARIA EN BAJA TENSION
CLAUSULA 006.A Descripción **6**- 1
006.B Referencias **6**- 1
006.C Requisitos de calidad **6**- 1

CAPITULO 5.02.04.007 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
CLAUSULA 007.A Descripción **7**- 1
007.B Referencias **7**- 1
007.C Requisitos de calidad **7**- 1

CAPITULO 5.02.04.008 TRANSFORMADORES PARA ALUMBRADO, FUERZA Y VENTILACION
CLAUSULA 008.A Descripción **8**- 1
008.B Referencias **8** -1
008.C Requisitos de calidad **8**- 1

CAPITULO 5.02.04.009 CARGADOR Y BANCO DE BATERIAS
CLAUSULA 009.A Descripción **9**- 1
009.B Referencias **9**- 1
009.C Requisitos de calidad **9**- 1

CAPITULO 5.02.04.010 MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA HORIZONTALES
CLAUSULA 010.A Descripción **10**- 1
010.B Referencias **10**- 1
010.C Requisitos de calidad **10**- 1

CAPITULO 5.02.04.011 MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA VERTICALES
CLAUSULA 011.A Descripción **11**- 1
011.B Referencias **11**- 1
011.C Requisitos de calidad **11**- 1

CAPITULO 5.02.04.012 SUBESTACIONES DE RECTIFICACION
CLAUSULA 012.A Descripción **12**- 1
012.B Referencias **12**- 1
012.C Requisitos de calidad **12**- 1

CAPITULO 5.02.04.013 TRANSFORMADORES PARA TRACCION
CLAUSULA 013.A Descripción **13**- 1
013.B Referencias **13**- 1
013.C Requisitos de calidad **13**- 1

CAPITULO 5.02.04.014 SECCIONADORES E INVERSORES MANUALES
CLAUSULA 014.A Descripción **14**- 1
014.B Referencias **14**- 1
014.C Requisitos de calidad **14**- 1

CAPITULO 5.02.04.015 SECCIONADORES DE AISLAMIENTO TELEMANDADO
CLAUSULA 015.A Descripción **15**- 1
015.C Requisitos de calidad **15**- 1

CAPITULO 5.02.04.016 CONTACTORES
CLAUSULA 016.A Descripción **16-** 1
016.C Requisitos de calidad **16-** 1

CAPITULO 5.02.04.017 INTERRUPTORES
CLAUSULA 017.A Descripción **17-** 1
017.C Requisitos de calidad **17-** 1

CAPITULO 5.02.04.018 SUBESTACIONES DE VENTILACION
CLAUSULA 018.A Descripción **18-** 1
018.B Referencias **18-** 1
018.C Requisitos de calidad **18-** 1

CAPITULO 5.02.04.019 ESCALERAS Y ACERAS MOVILES
CLAUSULA 019.A Descripción **19-** 1
019.B Referencias **19-** 1
019.C Requisitos de calidad **19-** 1

CAPITULO 5.02.04.020 EQUIPO DE BOMBEO
CLAUSULA 020.A Descripción **20-** 1
020.B Referencias **20-** 1
020.C Requisitos de calidad **20-** 1

CAPITULO 5.02.04.021 GRUAS Y POLIPASTOS
CLAUSULA 021.A Descripción **21-** 1
021.B Referencias **21-** 1
021.C Requisitos de calidad **21-** 1

CAPITULO 5.02.04.022 EQUIPO GENERADOR DE VAPOR
CLAUSULA 022.A Descripción **22-** 1
022.B Referencias **22-** 1
022.C Requisitos de calidad **22-** 1

CAPITULO 5.02.04.023 MAQUINA LAVADORA DE TRENES
CLAUSULA 023.A Descripción **23-** 1
023.B Referencias **23-** 1
023.C Requisitos de calidad **23-** 1

CAPITULO 4. 01. 01. 001

INTRODUCCION

ALCANCE

En esta sección se establecen las especificaciones de calidad que deben cumplir los materiales y productos correspondientes a la parte de Obra Civil. Se especifican los requisitos generales que deben satisfacerse con las normas de calidad aplicables, así como los procedimientos de muestreo y los métodos de prueba para determinar las propiedades, características y tolerancias de dichos materiales, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos especificados y de establecer la aceptación o rechazo de los diversos materiales utilizados en las obras del Metro.

Los capítulos de esta sección están integrados por una o más cláusulas relativas a los materiales y/o productos que por su origen o utilización se han clasificado en un mismo grupo; las cláusulas a su vez se integran por los incisos siguientes: descripción, referencias y requisitos de calidad.

a) La descripción tiene por objeto determinar con precisión los materiales naturales o elaborados a que se refiere la especificación, su clasificación, y la terminología propia de los mismos.

b) Referencias. En este inciso se relaciona el punto tratado en cada especificación, con los considerados en otras que puedan tener aplicación, para evitar repeticiones, por lo que en cada uno de los capítulos se enlistan en una tabla los nombres de los capítulos o cláusulas que tienen alguna relación con los requisitos de calidad que deben cumplir tanto los materiales como los productos, así como lo relativo a procedimientos de muestreo y a métodos de prueba, necesarios para verificar los requisitos de calidad así como los criterios de aceptación y rechazo. Cuando la referencia corresponde a estas mismas especificaciones, se indica en dicha tabla el número clave, compuesto sucesivamente por los números y letras correspondientes al libro (un dígito), la parte (dos dígitos), la sección (dos dígitos), el capítulo (tres dígitos), y la cláusula (una letra mayúscula); y para el caso en que se haga referencia a especificaciones o normas de otras dependencias u organismos, además del número clave se añaden las siglas respectivas que identifican al organismo.

   Las referencias que se citan en cada especificación corresponden, en orden de prioridad, a las normas y/o especificaciones del Departamento del Distrito Federal (DDF), a las normas NOM de la Dirección General de Normas (DGN) de la ahora Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a las de organismos nacionales, y finalmente a las de instituciones extranjeras.

   Cuando se hace referencia a las Normas Generales de Construcción del DDF o a especificaciones o normas de otros organismos, debe tomarse en cuenta que para efecto de aplicación de estas especificaciones el Representante hará las veces del Departamento o de la Secretaría que corresponda.

c) Requisitos de calidad. En este inciso se establecen las propiedades y características que deben cumplir los materiales naturales o elaborados, las pruebas con que se determinan sus propiedades y características, así como las tolerancias respectivas y los requisitos de empaque, almacenamiento, identificación y manejo de dichos materiales.

El Contratista debe considerar que la verificación de los requisitos de calidad debe ser una confirmación de que los materiales y productos por él utilizados en las obras cumplen con la calidad especificada, para lo cual deberá efectuar en todas las etapas involucradas, desde la selección de materiales y obtención de productos hasta su utilización en las estructuras, los procedimientos y controles necesarios desde el punto de vista preventivo, que propicien alcanzar esta calidad.

Para precisar el significado de algunos de los términos en esta sección, se han formulado las definiciones de términos contenidas en el Libro 1, Generalidades y terminología.

FUNCIONES DEL REPRESENTANTE Y DEL CONTRATISTA

Representante. Gozará de plena autoridad para exigir el cumplimiento de las especificaciones de calidad de los materiales de construcción e instalación; de juzgarlo conveniente podrá ordenar la realización de ensayes adicionales, pruebas de carga, demolición, desmantelamiento y reconstrucción parcial o total de partes de la obra que no cumplan con estas especificaciones. Podrá, asimismo, delegar sus funciones en la persona y organización que designe para ello.

Contratista. Será el encargado de la construcción de la obra, la cual deberá cumplir con las especificaciones y procedimientos señalados en los planos y documentos del proyecto; por extensión, los proveedores son contratistas que surten materiales o productos que deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el proyecto o en estas especificaciones, así como todas las condiciones estipuladas en el contrato.

VERIFICACION DE CALIDAD

Se obtendrán muestras representativas de los materiales en cuestión; dichas muestras se probarán mediante lo señalado en el proyecto, en la especificación para cada material, y en las pruebas indicadas por el Representante, con el fin de determinar la calidad del material.

Los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas en las muestras de los materiales, según los procedimientos establecidos en la norma específica de cada material, se compararán con los requisitos y tolerancias requeridos en dichas especificaciones, para establecer si se aceptan, rechazan o en qué condiciones podrán usarse de acuerdo con el proyecto.

Cuando el Representante autorice que el muestreo y las pruebas de los materiales que se vayan a utilizar en la obra, se efectúen en laboratorios diferentes a los autorizados al inicio de la obra, el Contratista se comprometerá a obtener del proveedor el permiso, suficientemente amplio y permanente, para que el personal nombrado por el Representante verifique el muestreo y los métodos de prueba utilizados para determinar la calidad de dichos materiales y en consecuencia aceptarlos o rechazarlos.

El Representante podrá rechazar cualquier unidad de material envasado que pese menos del 95 por ciento del peso anotado en el propio envase.

El Representante podrá rechazar todo un lote de material envasado, cuando el peso promedio de 50 unidades, del mismo, escogido al azar, sea menor del peso anotado.

En los envases de los materiales o en los productos envasados deberá indicarse nombre y marca del fabricante, tipo de material y peso del contenido.

EMBARQUE, TRANSPORTE Y ALMACENAJE

El Contratista deberá obtener la aprobación del Representante respecto al tipo y forma del embarque de los materiales que se vayan a utilizar en la obra, ya sea que se trate de materiales envasados o a granel.

El Contratista deberá obtener la aprobación del Representante con respecto al almacenaje y protección de los materiales que se vayan a emplear en la obra, durante todo el tiempo previo a su utilización; los sitios de almacenamiento deberán ser adecuados para evitar humedad, evaporación y congelación. El almacenamiento se hará además en forma tal, que en cualquier momento sea fácil la inspección e identificación de los materiales en sus diferentes embarques.

CAPITULO 4. 01. 01. 002

CONCRETO HIDRAULICO Y COMPONENTES

002.A CEMENTOS

002.A.01 DESCRIPCION

002.A.01.a Cemento Portland. Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clínker frío, al cual durante la molienda se le agrega yeso para controlar el fraguado.

002.A.01.b Cemento Portland-puzolana. Es el conglomerante hidráulico compuesto por clínker de cemento Portland molido, al que se le ha mezclado puzolanas naturales o artificiales.

002.A.01.c El cemento Portland se clasifica en los siguientes tipos:

Tipo I. Para usarse en construcciones a base de concreto, cuando no se requieran las propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II. Para usarse en construcciones a base de concreto expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiera generación moderada de calor de hidratación.

Tipo III. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera alta resistencia a temprana edad.

Tipo IV. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera bajo calor de hidratación.

Tipo V. Para usarse en construcciones a base de concreto cuando se requiera alta resistencia a la acción de los sulfatos.*

Cemento blanco. El cemento Portland blanco se considera clasificado dentro del Tipo I; dado su bajo o nulo contenido de óxido férrico, se caracteriza por ser blanco y no gris y se usa principalmente en acabados.

002.A.01.d El cemento Portland-puzolana se clasifica en un solo tipo y con un grado de calidad; se identifica en el mercado como C-2, I-P o II-PZ y se usa en obras donde se requiere por ejemplo resistencia a la acción de las sales de aguas de lagos.

* Se deberá tomar en cuenta que este tipo de cemento no se encuentra comercialmente en México.

002.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento Portland	NOM C-1
Cemento Portland-puzolana	NOM C-2
Método de prueba para la determinación de la finura de cementos hidráulicos mediante la criba NOM F 0.045 (ASTM No. 325)	NOM C-49
Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos. Método de permeabilidad al aire	NOM C-56
Método de prueba para determinar la consistencia normal de cementantes hidráulicos	NOM C-57
Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos. Método de Vicat	NOM C-59
Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos	NOM C-61
Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos	NOM C-62
Muestreo de cementantes hidráulicos	NOM C-130
Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos	NOM C-131
Método de prueba para la determinación del fraguado falso del cemento Portland, por el método de pasta	NOM C-132
Determinación del calor de hidratación de cementantes hidráulicos	NOM C-151
Determinación de la actividad puzolánica	NOM C-273

002.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.A.03.a Requisitos químicos. Los cementos deberán satisfacer los requisitos químicos establecidos en la tabla 002-1.

Tabla 002-1. Requisitos químicos

Compuestos y características	Cemento Portland Tipo					Cemento Portland-puzolana
	I	II	III	IV	V	
Oxido de silicio (SiO_2), porcentaje mín.	-	21.0	-	-	-	-
Oxido de aluminio ($A\ell_2O_3$), porcentaje máx.	-	6.0	-	-	-	-
Oxido férrico (Fe_2O_3), porcentaje máx.	-	6.0	-	6.5	-	-
Oxido de magnesio (MgO), porcentaje máx.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aluminato tricálcico ($3CaO\ A\ell_2O_3$), porcentaje máx.	-	8	15	7	5	
Trióxido de azufre (SO_3), porcentaje máx.						
Cuando ($3CaOA\ell_2O_3$) es 8% o menor:	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3	5.0
Cuando ($3CaOA\ell_2O_3$) es mayor de 8%:	3.5	-	4.5	-	-	
Pérdida por calcinación, porcentaje máx.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	8.0
Residuo insoluble, porcentaje máx.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	-
Silicato tricálcico ($3Cao\ SiO_2$), porcentaje máx.	-	-	-	35	-	-
Silicato dicálcico ($2CaO\ SiO_2$), porcentaje máx.	-	-	-	40	-	-
Aluminoferrito tetracálcico más dos veces el aluminato tricálcico ($4CaO\ A\ell_2O_3Fe_2O_3$) + 2 ($3CaO\ A\ell_2O_3$) o solución sólida ($4CaO\ A\ell_2O_3Fe_2O_3 + 2\ CaO\ Fe_2O_3$), porcentaje máx.	-	-	-	-	20.0	-

002.A.03.b Requisitos físicos. Los cementos deberán satisfacer los requisitos físicos establecidos en la tabla 002-2.

002.A.03.c Manejo. El cemento que se utilice en las obras del Metro podrá manejarse a granel o envasado en bolsas de cincuenta kilogramos, según se indique en el proyecto o autorice el Representante.

1. *Cemento a granel.* Para que se autorice el suministro de cemento a granel, será requisito indispensable que se disponga de equipo adecuado para manejarlo y almacenarlo.

   Los requerimientos mínimos para el manejo son:

   a) Equipo de conducción neumática para transportar el cemento del silo del fabricante al vehículo autorizado, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de calidad o de uniformidad del mismo durante la operación de carga.

   b) Vehículos acondicionados especialmente para el transporte de cemento a granel, provistos de receptáculos herméticos e impermeables para alojar el cemento, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de volumen, calidad o uniformidad durante todo el periodo de transportación a la obra.

   c) Equipo de conducción neumática o mecánica para transportar el cemento del vehículo autorizado al silo de almacenamiento en obra, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de volumen, calidad o uniformidad del mismo durante la operación de descarga.

2. *Cemento en sacos.* El transporte de la fábrica a la obra deberá efectuarse en vehículos cuyos recintos destinados a la carga ofrezcan seguridad en cuanto a que el cemento no sufra daños ni alteraciones durante el periodo de transporte.

002.A.03.d Almacenamiento

1. Todo cemento deberá almacenarse en depósitos protegidos contra la intemperie, apropiadamente ventilados, para impedir la absorción de humedad y con fácil acceso para su inspección y muestreo.

2. Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimientos separados para cada tipo de cemento que se utilice. El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación mínima de 50 grados respecto a la horizontal en el fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean de construcción circular deberán es-

Tabla 002-2. Requisitos físicos

Características	Cemento Portland Tipo					Cemento Portland-puzolana
	I	II	III	IV	V	
Finura, superficie específica, en cm^2/g. Método de permeabilidad al aire. Valor mínimo de cualquier muestra	2 800	2 800	-	2 800	2 800	2 800
Valor promedio mínimo						3 000
Sanidad (prueba de fraguado), expansión máxima, en porcentaje	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.50
Tiempo de fraguado, método Vicat:						
Fraguado inicial, en minutos, mínimo	45	45	45	45	45	45
Fraguado final, en horas, máximo	8	8	8	8	8	7
Resistencia a la compresión, en cubos de mortero 1:2.75 en peso (arena graduada estándar), relación agua/cemento constante e igual a 0.485*. Valor mínimo, en MPa (kg/cm^2):						
A las 24 horas	-	-	12.7(130)	-	-	-
A los 3 días	12.7(130)	10.3(105)	24.5(250)	-	8.3(85)	10.0(102)
A los 7 días	19.6(200)	17.2(175)	-	6.9(70)	15.2(155)	15.0(153)
A los 28 días	-	-		17.2(175)	20.6(210)	25.0(255)
Cantidad retenida por método húmedo en criba NOM F 0.045 (ASTM No. 325), porcentaje máximo	-	-	-	-	-	18.0
Indice de actividad de la puzolana empleada con el cemento Portland, porcentaje del testigo a 28 días mínimo	-	-	-	-	-	75

* La relación de agua/cemento para el cemento Portland-puzolana será la necesaria para dar una fluidez de 110 por ciento con tolerancia de ± 5 por ciento (norma NOM C-61).

tar provistos de cojines de deslizamiento que no se atasquen, por los cuales se puedan introducir a intervalos pequeñas cantidades de aire a baja presión de aproximadamente 19.6 a 39.2 kPa (0.2 a 0.4 kg/cm^2) para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos. Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia, cuando menos una vez al mes, para impedir la formación de costras de cemento.

3. El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación del aire. Para un periodo de almacenamiento menor de 60 días, deberá evitarse que se superpongan más de 14 sacos de cemento y para periodos mayores no deben superponerse más de 8 sacos. El peso de cada saco será de 50 kg con tolerancia de ± 750 gramos.

4. El lugar de almacenamiento del cemento deberá ser autorizado por el Representante y deberá reunir las condiciones de seguridad necesarias para la inalterabilidad del cemento.

002.A.03.e Control de cemento

1. Para que se autorice al Contratista el uso de una partida de cemento en la obra, será necesario que con oportunidad se haga un muestreo y ensaye de laboratorio para determinar si se cumple con estas especificaciones. Se deberá identificar la cantidad de cemento que comprenda el muestreo, lugar donde se almacena y procedencia. Cuando los resultados sean satisfactorios se aceptará su empleo en la obra.

2. El Contratista estará obligado a solicitar al fabricante y entregar al Representante el informe de los resultados de las pruebas de laboratorio, que durante la fabricación del cemento, deban ser efectuadas en cumplimiento a lo marcado por las normas oficiales, y que correspondan a los periodos que cubran la fabricación del cemento empleado.

3. Si el cemento es proporcionado por varias fábricas, no se permitirá la elaboración de concreto mezclando diferentes marcas y tipos.

4. El cemento que se utilice en la obra deberá ser, a juicio del Representante, de reconocida calidad;

si el Contratista pretende utilizar otros cementos requerirá la autorización del Representante, para lo cual éste necesita conocer y aprobar los resultados de las pruebas periódicas efectuadas en los últimos seis meses y que correspondan por lo menos a 12 ensayes.

002.A.03.f Identificación. Cuando el cemento se entregue en sacos, éstos deben tener anotados los siguientes datos: nombre del fabricante, ubicación de la planta, tipo de cemento, contenido neto en kilogramos y fecha de envase. Cuando el cemento se entregue a granel, las notas de embarque deberán contener los mismos datos que los del cemento entregado en sacos.

002.A.03.g El cemento que no cumpla con la prueba de sanidad en autoclave, podrá aceptarse si en una repetición con una nueva muestra efectuada dentro de los 28 días siguientes a la prueba inicial, satisface dicho requisito.

002.A.03.h El cemento que permanezca almacenado a granel durante más de seis meses, o almacenado en sacos más de tres meses después de su elaboración y de sus pruebas iniciales, se puede reensayar antes de usarlo y rechazarlo si no cumple con los requisitos especificados.

002.B AGREGADOS PARA CONCRETO

002.B.01 DESCRIPCION

002.B.01.a Agregado. Es el material natural o procesado que se mezcla con un cementante hidráulico para elaborar morteros o concretos. Se clasifica en agregado fino y agregado grueso.

002.B.01.b Agregado fino. Es el material comúnmente conocido como arena, que pasa por la criba de 4.75 mm (NOM G 4.75; ASTM No. 4) y cuya composición granulométrica varía entre los límites establecidos en esta especificación.

002.B.01.c Agregado grueso. Es el material conocido como grava y que es retenido por la criba de 4.75 mm (NOM G 4.75; ASTM No. 4), cuya composición granulométrica varía entre los límites establecidos en esta especificación.

002.B.01.d Módulo de finura. Es un valor igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las cribas NOM siguientes: G 45, M 236, M 1.18, M 0.600, M 0.300 y M 0.150 (mallas ASTM Nos. 4, 8, 16, 30, 50 y 100).

002.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cribas de laboratorio para clasificación de materiales granulares	NOM B-231
Muestreo de agregados	NOM C-30
Método de prueba para determinar terrones de arcilla en agregados naturales	NOM C-71
Método de prueba para determinación de partículas ligeras en los agregados	NOM C-72
Determinación del pesò unitario de los agregados	NOM C-73
Método de prueba para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros	NOM C-76
Método de prueba para análisis granulométricos de agregados finos y gruesos	NOM C-77
Método de prueba para determinar por medio de lavado de materiales que pasan la malla de 0.075 mm (NOM F 0.075: ASTM No. 200) en agregados minerales	NOM C-84
Método de prueba para la determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero	NOM C-180
Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino	NOM C-88
Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas	NOM C-170
Resistencia a la abrasión de agregados gruesos de tamaño pequeño usando la máquina de Los Angeles	NOM C-219
Resistencia a la abrasión de agregado grueso de tamaño grande usando la máquina de Los Angeles	NOM C-196
Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso	NOM C-270
Agregados para concreto. Cambio potencial del volumen de combinaciones cemento-agregados	NOM C-282
Reactividad potencial de rocas de carbonatos en agregados para concreto (Método del cilindro de roca)	NOM C-272
Agregados para concreto	NOM C-111
Determinación de la sanidad de los agregados por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio	NOM C-75
Determinación del peso específico y de la absorción del agregado grueso	NOM C-164

Determinación del peso específico y de la absorción del agregado fino	NOM C-165
Determinación del contenido de humedad de los agregados mediante secado	NOM C-166
Examen petrográfico de los agregados para concreto	NOM C-265
Agregados. Reactividad potencial (Método químico)	NOM C-271
Determinación de la humedad superficial del agregado fino	NOM C-245
Concreto estructural. Agregados ligeros	NOM C-299

002.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.B.03.a Granulometría

1. El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

   1.1 Estar dentro de los límites indicados en la tabla 002-3.

Tabla 002-3. Clasificación granulométrica del agregado fino

Mallas			Porcentaje
NOM	ASTM	Abertura, en mm	que pasa
G 9.5	3/8 pulg.	9.510	100
G 4.75	No. 4	4.750	95 a 100
M 2.36	No. 8	2.360	80 a 100
M 1.18	No. 16	1.180	50 a 85
M 0.600	No. 30	0.600	25 a 60
M 0.300	No. 50	0.300	10 a 30
M 0.150	No. 100	0.150	2 a 10

   1.2 Los porcentajes señalados en la tabla 002-3 se deberán obtener en la dosificadora; dado que la graduación en el banco puede ser distinta, se agregarán las partículas necesarias para obtener los porcentajes especificados. El módulo de finura de la arena está comprendido entre 2.3 y 3.1; se deberán hacer ajustes en la planta dosificadora cuando el módulo de finura acuse variaciones de ± 0.2 del valor considerado en el diseño de la mezcla. La arena no tendrá más del 45 por ciento retenido entre dos mallas consecutivas de las indicadas en la tabla 002-3.

2. El agregado grueso deberá estar dentro de los límites granulométricos establecidos en la tabla 002-4 y cuando la granulometría caiga fuera de los límites de dicha tabla, el material debe procesarse para que cumpla con las especificaciones. En caso de que el Representante acepte que no se satisfagan dichos límites, el proporcionamiento del concreto debe ajustarse para compensar las deficiencias granulométricas.

002.B.03.b Los límites máximos de sustancias contaminantes o nocivas y los requisitos de propiedades físicas de los agregados, deberán estar comprendidos dentro de los valores establecidos en la tabla 002-5.

El peso específico, la absorción y el contenido de humedad de los agregados, deberán ser determinados para fundamentar la dosificación de las mezclas de concreto. Un cambio mayor de 0.05 en el peso específico obligará a un nuevo diseño de la mezcla.

002.B.03.c Almacenamiento. El Contratista seguirá los siguientes lineamientos generales para el almacenamiento de agregados:

1. No se almacenarán los agregados directamente sobre el terreno natural, porque se producen contaminaciones al recogerlos. Se deberá preparar una plantilla de asfalto, suelo-cemento o concreto pobre, o bien colocar una capa de grava apisonada antes de almacenar; asimismo, disponer de una ligera pendiente en el terreno para facilitar el drenaje del agua que escurra a través de los agregados y propiciar la uniformidad en su contenido de humedad.

2. Impedir que los almacenamientos de agregados diferentes se mezclen entre sí, por quedar demasiado próximos. Si el espacio disponible para almacenar es reducido, conviene colocar muros o mamparas divisorias entre almacenamientos contiguos.

3. Evitar que el viento disperse el agregado fino en el punto de descarga, mediante la colocación de un tubo o una pantalla de protección.

Cuando los agregados se almacenen en montones, deberán colocarse en capas horizontales o con ligera inclinación y en ningún caso por volteo. Sobre los montones no deberán operarse camiones u otros vehículos, a fin de evitar quebrar el agregado y contaminar dejando tierra sobre los depósitos.

002.B.03.d Salvo que el proyecto modifique los requisitos establecidos en la presente especificación, los agregados podrán ser rechazados si a juicio del Representante dichos requisitos no se cumplen.

002.C AGUA PARA CONCRETO HIDRAULICO

002.C.01 DESCRIPCION

El agua que se utilice en la elaboración del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de sales, álcalis, ácidos, materia orgánica y demás sustancias en suspensión o en dilución que puedan ser nocivas en los resultados del concreto mezclado.

Tabla 002-4. Clasificación granulométrica del agregado grueso (porcentaje que pasa)

TAMAÑO NOMINAL	a G 100	G 90	G 75	G 63	G 50	G 38.1	G 25	G 19.0	G 12.5	G 9.5	G 4.75	M 2.36	M 1.18
	b 4 pulg.	3 1/2 pulg.	3 pulg.	2 1/2 pulg.	2 pulg.	1 1/2 pulg.	1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.	No. 4	No. 8	No. 16
	c 100.0	90.0	75.0	63.0	50.0	38.1	25.0	19.0	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18
90.0 a 38.1 mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
63.0 a 38.1 mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50.0 a 4.75 mm (2 pulg a No. 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
38.1 a 4.75 mm (1 1/2 pulg a No.4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
25.0 a 4.75 mm (1 pulg a No. 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
19.0 a 4.75 mm (3/4 pulg a No. 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
12.5 a 4.75 mm (1/2 pulg a No. 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
9.50 a 2.36 mm (3/8 pulg a No. 8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
50.8 a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
38.1 a 19.0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			

a Criba NOM

b Designación ASTM

c Abertura, en milímetros

Tabla 002-5. Límites máximos de sustancias nocivas o contaminantes y requisitos de propiedades físicas y agregados

Concepto	Porcentaje máximo en peso de la muestra	
	Arena	Grava
Materiales finos que pasan la criba NOM F 0.075; ASTM No. 200 (0.075 mm)*:		
Concretos sujetos a abrasión	3.0	1.0
Concretos presforzados	5.0	1.0
Otros concretos	5.0	2.0
Carbón y lignito:		
Concretos aparentes	0.5	0.5
Otros concretos	1.0	1.0
Grumos de arcilla y partículas desmenuzables	3.0	5.0
Contenido de finos en prueba de sedimentación	3.0	-
Pérdida por abrasión	-	50.0

* Si se comprueba que el material fino no es fundamentalmente arcilloso, los porcentajes anteriores pueden incrementarse hasta alcanzar un valor máximo de:

Tipo de concreto	Arena	Grava
Concretos sujetos a abrasión	5.0	1.5
Concretos presforzados	7.0	1.5
Otros concretos	10.0	3.0

002.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Agua para concreto. Muestreo	NOM C-277
Agua para concreto. Análisis	NOM B-283
Determinación del tiempo de fraguado de cementantes hidráulicos (Método Vicat)	NOM C-59
Agua para concreto	NOM C-122
Método de prueba para morteros, resistencia a la compresión	SRH (1970) 2a. Parte, 2.2

002.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.C.03.a Requisitos químicos

1. En la tabla 002-6 se indican los límites máximos tolerables para impurezas en el agua de mezclado; las tolerancias están indicadas en partes por millón (ppm).

Tabla 002-6. Límites recomendables de impurezas en agua para concreto

Sulfatos (SO_4), máximo en ppm	300
Cloruros (como Cℓ), máximo en ppm	300
Magnesio (como MgO), máximo en ppm	150
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido), máximo en ppm	10
Sólidos totales en solución, máximo en ppm	1500
pH no menor de	7.0

2. Las aguas que excedan los límites enlistados para cloruros, sulfatos y magnesio, podrán emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no rebasa dichos límites.

3. Si la materia orgánica excede ligeramente del límite establecido, el agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto causen un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a dos, de acuerdo con el método de prueba de la norma NOM C-88.

4. El agua cuyo análisis químico exceda alguno o algunos de los límites establecidos, se puede utilizar si se demuestra que en concretos de características semejantes elaborados con esta agua ha causado un comportamiento satisfactorio a través del tiempo en condiciones similares de exposición.

5. Cuando se sospeche que la interacción de los componentes de los ingredientes del concreto (agua, cemento, agregados y aditivos) puede producir resultados adversos, se deben hacer los estudios correspondientes y las pruebas relativas para que se conozcan con la debida anticipación los efectos nocivos en el concreto.

002.C.03.b Requisitos físicos

De acuerdo con el análisis del agua propuesta y con base en los límites químicos tolerables, se deberán realizar como comprobación final de la calidad del agua los siguientes ensayes físicos para verificar las variaciones permisibles en los tiempos de fraguado y en la resistencia a la compresión en cubos de mortero, con respecto a testigos hechos con agua destilada:

Fraguado Vicat, inicial o final	±45 min
Resistencia a la compresión, a 7 o 28 días, mayor de	90 por ciento

002.C.03.c Almacenamiento y manejo

Si no se dispone de agua corriente, deberá almacenarse en tanques con capacidad suficiente para contener la cantidad total que se requiera en un día de trabajo por lo menos. Los tanques deben ser de material inoxidable y tapados para evitar contaminación. El agua que permanezca almacenada más de una semana sin usarse, no se acepta para fabricar concreto. Los tanques de almacenamiento deberán vaciarse y limpiarse por lo menos una vez al mes. La limpieza de los tanques y la renovación del agua deberá hacerse con mayor frecuencia si se observa tendencia de formación de vegetación acuática. En cuanto sean notables estos organismos, el agua deberá renovarse totalmente, ya que no es aceptable su incorporación en el concreto.

002.C.03.d Frecuencia de pruebas. La cantidad de agua necesaria para el análisis físico y químico, la designará el Representante para las condiciones existentes en cada caso, pero nunca deberá ser menor de dos litros por cada fuente de abastecimiento.

002.C.03.e Aceptación y rechazo. A menos que el proyecto modifique los requisitos y lo señalado en esta especificación, el agua para la elaboración de concreto y morteros que no cumpla con dichos requisitos será rechazada para tal fin.

002.D ADITIVOS PARA CONCRETO

002.D.01 DESCRIPCION

002.D.01.a Aditivo. Material distinto al agua, agregados y cemento hidráulico, que se usa como ingrediente en concretos o morteros para modificar sus propiedades en tal forma que las hagan más adecua-

das para las condiciones de trabajo que se requieran; se añaden antes o durante el mezclado.

002.D.01.b Concreto de referencia o concreto testigo. Es equél que se toma como punto de comparación, elaborado de acuerdo con los métodos de prueba señalados en esta especificación; no contiene el aditivo bajo prueba.

002.D.01.c Aditivos reductores de agua, acelerantes, retardantes y superreductores de agua.

Tipo 1. Reductores de agua de mezclado. Permiten disminuir la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto en determinada consistencia.

Tipo 2. Retardantes. Producen retraso en el fraguado del concreto.

Tipo 3. Acelerantes. Adelantan el fraguado del concreto y el desarrollo de sus primeras resistencias.

Tipo 4. Retardantes y reductores de agua de mezclado. Producen simultáneamente los efectos de los tipos 1 y 2.

Tipo 5. Acelerantes y reductores de agua de mezclado. Tienen el efecto simultáneo de los tipos 1 y 3.

Tipo 6. Seperreductores de agua. Disminuyen la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de una consistencia dada, en proporción considerablemente mayor que los reductores normales.

Tipo 7. Superreductores de agua y retardantes. Prolongan el tiempo de fraguado y reducen la cantidad de agua de mezclado requerida para producir concreto de una consistencia dada en proporción considerablemente mayor que los retardantes y reductores para aguas normales.

002.D.01.d Aditivos inclusores de aire. Se emplean con el propósito de incluir aire en la mezcla.

002.D.01.e Aditivos estabilizadores de volumen. Productos cuyas propiedades expansivas se derivan de la oxidación de un agregado metálico. Contrarrestan o compensan la contracción de fraguado.

002.D.01.f Aditivos expansores. Productos cuyas propiedades dilatadoras derivan de la generación de un gas al tener contacto con el agua.

002.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Muestreo de aditivos para concreto	NOM C-45
Determinación del peso unitario de los agregados	NOM C-73
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NOM C-83
Concreto. Aditivos químicos. Uniformidad y equivalencia. Determinación	NOM C-14
Concreto fresco. Determinación del revenimiento	NOM C-156
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión	NOM C-157
Elaboración y curado en laboratorio de especímenes de concreto	NOM C-159
Determinación del contenido de aire, peso unitario y rendimiento del concreto	NOM C-162
Determinación de la variación en longitud de las probetas de mortero de cemento y de concreto endurecidos	NOM C-173
Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración	NOM C-177
Determinación de la resistencia a la flexión del concreto, usando una viga simple con cargas en los tercios del claro	NOM C-191
Aditivos químicos. Métodos de prueba	NOM C-255
Determinación del contenido de aire en concreto fresco por el método volumétrico	NOM C-158
Método de prueba para la determinación del sangrado en pasta de cemento y en mortero	NOM C-153
Aditivos inclusores de aire para concreto	NOM C-200
Aditivos expansores del concreto	NOM C-140
Método de prueba para aditivos expansores y estabilizadores de volumen del concreto	NOM C-90
Aditivos estabilizadores de volumen del concreto	NOM C-117
Nomenclatura de aditivos químicos para concreto	NOM C-199

002.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.D.03.a Aditivos reductores de agua, acelerantes, retardantes, superreductores de agua y superreductores de agua y retardantes. Los concretos con este tipo de aditivos deberán cumplir con lo establecido en la tabla 002-7. Los aditivos que contengan cloruro

Tabla 002-7. Requisitos para concreto con aditivos reductores de agua, acelerantes, retardantes y superreductores de agua

Requisitos	Tipo de aditivo						
	1	2	3	4	5	6	7
Contenido máximo de agua, en porcentaje comparado con el concreto de referencia	95	-	-	95	95	88	88
Tiempo de fraguado: desviación permisible con respecto al de referencia, en horas y minutos.							
Inicial: cuando menos	-	1:00 después	1:00 antes	1:00 después	1:00 antes	-	1:00 después
No más de	1:00 antes, ni 1:30 después	3:30 después	3:30 antes	3:30 después	3:30 antes	1:00 antes 1:30 después	3:30 después
Final: cuando menos	-	-	1:00 antes	-	1:00 antes	-	
No más de	1:00 antes, ni 1:30 después	3:30 después	-	3:30 después	-	1:00 antes, ni 1:30 después	3:30 después
Resistencia mínima a compresión, en porcentaje de la referencia:*							
A 3 días	110	90	125	110	125	125	125
7 días	110	90	100	110	110	115	115
28 días	110	90	100	110	110	110	110
6 meses	100	90	90	100	100	100	100
1 año	100	90	90	100	100	100	100
Resistencia mínima a flexión, en porcentaje de la de referencia:**							
A 3 días	100	90	110	100	110	110	110
7 días	100	90	100	100	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100	100	100
Resistencia en adherencia, en porcentaje de la referencia[a]:							
A 28 días	100	90	100	100	100	100	100
Cambio de longitud en porcentaje del espécimen testigo (requisitos alternativos:***):							
Contracción máxima	135	135	135	135	135	135	135
Incremento de la contracción	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010

* Los valores de la tabla incluyen tolerancia para variaciones normales en los resultados de ensaye. El objeto del requisito del 90 por ciento en la resistencia a compresión para los aditivos retardadores es exigir un nivel de comportamiento comparable al del concreto de referencia.

** Las resistencias a compresión y flexión de un concreto que contenga el aditivo ensayado, no deben ser menores del 90 por ciento de las alcanzadas en cualquier edad de prueba anterior. El objeto de este límite es exigir que estas resistencias no disminuyan con la edad.

*** Requisitos alternativos: Los requisitos alternativos en contracción a los 14 días de secado serán dos: a) Cuando la contracción del testigo sea mayor o igual que 0.030%, la relación del cambio de longitud del espécimen con el aditivo en estudio y el del espécimen testigo (longitud inicial = 25.4 cm), multiplicada por cien deberá ser igual o mayor de 135; y b) cuando la contracción del espécimen testigo sea menor de 0.030%, el cambio de longitud por secado del espécimen con el aditivo en estudio, no deberá ser mayor de 0.010% que el del espécimen testigo.

a Requisito establecido por Petróleos Mexicanos (PEMEX).

de calcio no deberán usarse en concreto presforzado, ya que pueden acelerar la corrosión final del acero de presfuerzo.

002.D.03.b Aditivos inclusores de aire

1. Sangrado. El sangrado del concreto hecho con el aditivo ensayado no excederá al del concreto hecho con el aditivo de referencia en más de dos puntos de porcentaje, calculándose el sangrado como un porcentaje de la cantidad neta de agua de mezclado en cada concreto. El agua neta de mezclado es aquélla en exceso de la que está presente como agua absorbida en los agregados.

2. Tiempo de fraguado. Los tiempos de fraguado inicial y final del concreto que contenga el aditivo ensayado, no deben diferir de los correspondientes al concreto hecho con el aditivo de referencia en más de ± 1 h 15 min.

3. Resistencia a la compresión y/o a la flexión. La resistencia a la compresión y/o a la flexión a cualquier edad de prueba del concreto que contiene el aditivo bajo prueba debe ser mayor del 90 por ciento de la resistencia obtenida a la misma edad, en los especímenes del concreto que contiene el aditivo de referencia.

4. Variación de longitud. Esta variación durante el secado del concreto que contenga el aditivo ensayado no será mayor que el 120 por ciento de la que produzca en el que contenga el aditivo de referencia cuando se comparen después de 14 días de secado. Si el cambio de longitud en este último es menor de 0.030 por ciento al final del lapso señalado, el incremento en la variación de longitud durante el secado del concreto que contenga el aditivo ensayado, respecto al que contiene el aditivo de referencia, no será mayor de 0.006 por ciento de variación de longitud. Estos requisitos sólo son aplicables cuando lo requiera específicamente el Representante para su uso en estructuras donde la resistencia a flexión o el cambio de volumen puedan ser de importancia crítica.

002.D.03.c Aditivos estabilizadores de volumen. Son aquellos productos que originan las siguientes características en los concretos:

1. Aptitud para producir una expansión controlada que compense la contracción. A los 28 días de edad los especímenes de mortero con aditivo ensayado no deberán contraerse ni presentar una expansión mayor de 0.4 por ciento.

2. Variación en los tiempos de fraguado. Las tolerancias en los tiempos de fraguado de un mortero que contenga el aditivo ensayado, en relación con el fraguado de un mortero de referencia que no contenga aditivo, deberán ser las siguientes:

   Fraguado inicial, en horas y minutos: ± 2:00

   Fraguado final, en horas y minutos: ± 4:00

3. Conservación de la resistencia a compresión. Los especímenes de mortero que contenga el aditivo ensayado deben alcanzar a los 7 y 28 días de edad resistencias a compresión por lo menos iguales a las de los especímenes que no contengan dicho aditivo, ensayados a la misma edad.

4. Inocuidad. El agente oxidante que contenga el aditivo no debe reaccionar desfavorablemente con la mezcla de mortero o de concreto, ni ser corrosivo con el acero de refuerzo ni con los aceros con los que está en contacto.

002 D.03.d Aditivos expansores. Productos que originan las siguientes características en los concretos:

1. Aptitud para producir una expansión uniforme y controlable. Un aditivo expansor, al dosificarse en la proporción recomendada por el fabricante o proveedor, debe producir una expansión del mortero antes del fraguado final. La expansión a 24 horas de edad, en cada uno de los tres especímenes de prueba, no debe diferir más del 10 por ciento con relación al valor de expansión promedio en los tres especímenes probados.

2. Variación de los tiempos de fraguado. Las tolerancias en los tiempos de fraguado del mortero que contenga el aditivo expansor, en relación con el de referencia que carece de él son las siguientes:

   Fraguado inicial, en horas y minutos: + 2:00
   − 1:00

   Fraguado final, en horas y minutos: + 4:00

3. Conservación de la resistencia a compresión. Los especímenes de mortero con aditivo expansor deben alcanzar a los 7 y 28 días de edad resistencias a compresión no menores que el 80 por ciento de las obtenidas en los especímenes de referencia que no contienen aditivo, ensayadas a la misma edad.

4. Contracción por secado máxima, en porcentaje. Cuando esta característica sea decisiva en la calificación de los efectos de un aditivo expansor en una obra determinada, la contracción por secado en el mortero de prueba que contiene el aditivo debe ser igual o menor que la contracción experimentada en las mismas condiciones por el mortero de referencia. Se considera como contracción por secado de los especímenes, la diferencia entre las alturas medidas a las 24 horas de edad y las mismas mediciones efectuadas a los 28 días de edad.

5. Inocuidad. El gas que genere el aditivo expansor no debe reaccionar desfavorablemente ni ser corrosivo con la mezcla de lechada, mortero, concreto o con el acero de refuerzo.

002.D.03.e Manejo y almacenamiento

1. Sólo deberán emplearse aditivos que en su forma de presentación natural permanezcan en condiciones estables de calidad por un lapso no menor de seis meses, que no requieran un ambiente de temperatura y/o humedad controlados para su conservación y que tengan envases adecuados para resistir sin deterioro el tratamiento que normalmente se les proporciona en las obras para manejarlos y almacenarlos.

2. Los aditivos cuya presentación natural sea en forma líquida, deberán entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes, de volumen conocido. Si el producto es capaz de causar corrosión, deberá prohibirse el uso de envases metálicos, debiendo ser de plástico rígido. Cualquier precaución que se requiera tomar para su manejo, preparación y dosificación deberá señalarse claramente en el exterior de cada envase. En particular deberán ponerse marcas visibles cuando el contacto con el producto, o la inhalación de sus vapores, representen algún peligro para la salud del personal, o bien cuando se trate de sustancias inflamables.

3. Para los aditivos que en estado original sean sólidos, pero que para facilitar su dosificación se presenten mezclados con sustancias viscosas, deberán prevalecer las recomendaciones y precauciones señaladas en el caso de los productos líquidos.

4. En los aditivos cuya presentación sea en forma sólida (polvo o escamas), y que manifiesten propiedades higroscópicas, podrá permitirse el uso de envases que no sean rígidos, pero deberán suministrar protección adecuada contra la humedad. Asimismo, se requerirá el claro señalamiento de precauciones para su manejo, preparación y dosificación.

5. Por último, para los polvos minerales no higroscópicos se requerirán las mismas condiciones que para envases establecidas para el cemento.

6. En lo que se refiere a su almacenamiento, todos los aditivos, independientemente de su forma de presentación y envase, deberán conservarse, durante su permanencia en la obra, en bodegas que reúnan los mismos requisitos especificados para el almacenamiento del cemento.

002.D.03.f Aceptación. Salvo que el proyecto modifique los requerimientos de esta especificación, los aditivos para concreto deberán cumplir con los requisitos mínimos mencionados para su aceptación.

002.E LIQUIDOS PARA CURADO DE CONCRETO

002.E.01 DESCRIPCION

002.E.01.a Son los compuestos líquidos que al aplicarse sobre el concreto forman una membrana superficial, a fin de retardar la pérdida de agua durante el periodo inicial de endurecimiento, y en el caso de compuestos con pigmentos blancos para reducir también la elevación de temperatura en el concreto expuesto a la radiación solar.

002.E.01.b Los compuestos líquidos a que se refiere esta especificación son adecuados para emplearse en el curado del concreto no solamente en estado fresco, sino también para concreto ya endurecido inmediatamente después del descimbrado o después de un curado inicial por humedad.

002.E.01.c Curado. Es el procedimiento por medio del cual se mantiene en el interior del concreto hidráulico, o en las mezclas a base de cementante hidráulico, la cantidad de agua necesaria para el correcto proceso de endurecimiento del mismo.

002.E.01.d Los productos se clasifican en los siguientes tipos:

Tipo 1. Emulsiones acuosas

Tipo 2. Emulsiones no acuosas

Tipo 3. Líquidos resinosos

Estos compuestos pueden ser transparentes, ligeramente coloreados o blancos.

002.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo de aditivos para concreto	NOM C-45
Aditivos. Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto	NOM C-304
Aditivos para concreto. Determinación del factor de reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto	NOM C-309
Aditivos para concreto. Curado. Compuestos líquidos que forman membrana	NOM C-81

002.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.E.03.a Los compuestos líquidos que forman membranas, cualquiera que sea su tipo, deben cumplir con los requisitos generales siguientes:

1. Los compuestos transparentes deben ser incoloros. Los compuestos ligeramente coloreados deben contener colorantes que serán distinguibles sobre la superficie del concreto por lo menos cuatro horas después de su aplicación, pero deben ser imperceptibles después de siete días de haberse aplicado, si se exponen directamente a la luz solar. Los compuestos blancos deben contener pigmento blanco finamente dividido y presentar una apariencia blanca uniforme cuando se encuentren aplicados sobre la superficie del concreto con el grado de aplicación recomendado por el fabricante.

2. Los líquidos que forman membranas deben ser de una consistencia tal que puedan aplicarse rápidamente por aspersión (o con brocha o rodillo cuando se requiera) para tener un recubrimiento uniforme a temperaturas superiores a 277 K (4°C).

3. Los compuestos podrán ser almacenados por lo menos seis meses sin que sufran deterioro, excepto los de emulsión acuosa (tipo 1), y no debe esperarse que resistan la congelación. No deben asentarse excesivamente o formar nata en la superficie y deben ser capaces de homogeneizarse por medio de agitación moderada o con aire comprimido.

4. La porción volátil de los compuestos debe ser de un material que no sea tóxico, ni peligrosamente flamable.

5. Cuando los compuestos se apliquen en la proporción fijada, deberán adherirse a la superficie del concreto fresco formando una película continua y uniforme. Cuando aquéllos sequen, la membrana deberá ser continua, flexible y sin agrietamiento o agujeros y deberá permanecer en este estado, por lo menos siete días después de su aplicación. Los compuestos líquidos que forman membrana no deben tener reacción deletérea con el concreto.

002.E.03.b Retención de agua, reflectancia y tiempo de secado

1. Retención de agua. Los compuestos pertenecientes a los tipos 1 y 2 deben restringir la pérdida de agua a no más de 0.55 l/m^2 de superficie en 72 horas. Los compuestos pertenecientes al tipo 3, deben restringir la pérdida de agua a no más de 0.35 l/m^2 de superficie.

2. Reflectancia. Los compuestos con pigmento blanco, cualquiera que sea su tipo, deben exhibir una reflectancia a la luz del día, no menor de 60 por ciento de la del óxido de magnesio.

3. Tiempo de secado. Los tres tipos de compuestos deben secar al tacto en no más de cuatro horas.

002.E.03.c Marcado, etiquetado, envase y embalaje

1. Marcado en el envase. Debe incluir datos que permitan la fácil identificación del producto y las precauciones necesarias para su uso, manejo y al-

macenamiento, y quedar en un lugar visible del envase.

2. Etiqueta. Debe contener por lo menos los siguientes datos: nombre y/o marca del fabricante, contenido neto en masa o volumen y número del lote de fabricación.

3. Envase y embalaje. Debe ser resistente a la posible acción del producto, además de protegerlo durante su almacenamiento, transporte y manejo.

002.E.03.d Manejo y almacenamiento. Podrán seguirse los requisitos correspondientes indicados en 002.D.03.e de la cláusula anterior.

002.E.03.e Criterios de aceptación y rechazo. Las membranas de curado para concreto no deberán reaccionar perjudicialmente con el concreto. Cualquier reblandecimiento en la superficie del concreto tratado, debe considerarse motivo suficiente de rechazo. Salvo que el proyecto modifique los requisitos y bases de aceptación de los líquidos para curado de concreto, será motivo de rechazo el incumplimiento de los requisitos de calidad indicados en esta especificación.

002.F MATERIALES LAMINARES PARA CURADO DE CONCRETO

002.F.01 DESCRIPCION

002.F.01.a Los materiales laminares son los que se colocan sobre las superficies de concreto hidráulico para inhibir la pérdida de agua durante el periodo de curado, y en el caso de materiales del tipo blanco reflejante, también para reducir las elevaciones de temperatura en el concreto expuesto a las radiaciones solares.

002.F.01.b Los materiales laminares se clasifican en:

1. Papel impermeable:

   1.1 Color natural

   1.2 Blanco

2. Lámina de polietileno:

   2.1 Color natural

   2.2 Blanca opaca

3. Lámina de polietileno blanco con trama de fibra de cáñamo

002.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Aditivos. Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado de concreto	NOM C-304
Aditivos para concreto. Determinación del factor de reflectancia de membrana de color blanco para el curado de concreto	NOM C-309
Materiales laminares para curado de concreto	ASTM C-171
Determinación de la pérdida de humedad	ASTM C-156
Determinación del espesor de materiales laminares	ASTM D-2103
Determinación de la resistencia a la tensión en el papel impermeable	ASTM D-829
Determinación de la resistencia y elongación de películas de polietileno	ASTM D-882

002.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.F.03.a Los materiales laminares mencionados deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. El papel impermeable debe estar formado por dos hojas unidas con un material bituminoso, en el que están ahogados cuerdas o hilos de fibra entrecruzados en forma de malla, con una separación no mayor de 3.5 cm. El papel deberá ser color claro, libre de defectos visibles, apariencia uniforme, y deberá tener este color por lo menos en una cara, que se colocará opuesta a la superficie de concreto y cumplirá con todos los demás requisitos.

2. La lámina de polietileno estará formada por una hoja simple fabricada con resina natural, sin impurezas o colorantes, con excepción del pigmento que se usa en el caso de la lámina blanca opaca. Deberá estar libre de defectos visibles y tener una apariencia uniforme. La de color natural deberá ser transparente.

3. La lámina de polietileno blanco con trama de fibra de cáñamo estará hecha de tela impregnada por un lado con polietileno blanco opaco formando una capa de 0.10 mm de espesor; el polietileno y la tela deberán estar adheridos firmemente para evitar que existan desprendimientos durante el manejo de la lámina. La tela deberá cumplir con los requisitos indicados en el párrafo anterior.

002.F.03.b Los materiales laminares deberán cumplir con los requisitos físicos fijados en la tabla 002-8.

002.F.03.c Cuando los materiales laminares se sometan a la prueba de retención de agua, deberá limitarse la pérdida de agua contenida en el espécimen de prueba en el momento de su colocación, a un máximo de 0.55 l/m^2 de superficie.

002.F.03.d Marcado, etiquetado, envase y embalaje. Podrán ser los indicados en 002.E.03.c de la cláusula anterior.

002.F.03.e Salvo que el proyecto modifique los requisitos, bases de aceptación, muestreo y pruebas de los materiales laminares para curado de concreto, será motivo de rechazo el incumplimiento de los requisitos de calidad indicados en esta especificación.

Tabla 002-8. Requisitos físicos de los materiales laminares para curado

Procedimiento de fabricación	$f'_c \leq 19.6$ MPa ($f'_c \leq 200$ kg/cm^2)	$19.6 < f'_c \leq 29.4$ MPa ($200 < f'_c \leq 300$ kg/cm^2)
Mezclado mecánico, proporcionamiento por peso, corrección por humedad y absorción de los agregados. Agregados de una misma fuente y de calidad controlada	2.94 (30)	3.43 (35)
Mezclado mecánico, proporcionamiento por peso	3.43 (35)	4.4 (45)
Mezclado mecánico con proporcionamiento por volumen, volúmenes cuidadosamente controlados	5.88 (60)	6.86 (70)

(a) El espesor en cualquier punto no deberá ser menor de 0.075 mm

(b) Medida en la cara blanca

002.G CONCRETO HIDRAULICO

002.G.01 DESCRIPCION

002.G.01.a El concreto hidráulico es la mezcla y combinación de cemento Portland, agregados seleccionados, agua, y adicionantes en su caso, en dosificación adecuada, que al fraguar adquiere características previamente fijadas.

002.G.01.b Concreto premezclado. Es el concreto hidráulico dosificado y mezclado por el fabricante, que se entrega al comprador para su utilización en estado plástico no endurecido.

002.G.01.c El concreto "hecho en obra" es el elaborado en obra, que se emplea únicamente cuando los volúmenes son pequeños, y para lo cual el Contratista requerirá la aprobación del Representante.

002.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Concreto fresco. Determinación del revenimiento	NOM C-156
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión	NOM C-157
Determinación del contenido de aire, peso unitario y rendimiento del concreto.	NOM C-162
Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NOM C-160
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NOM C-83
Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto, mediante la resistencia a la penetración	NOM C-177
Concreto. Determinación del sangrado	NOM C-296
Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con cargas en los tercios del claro	NOM C-191
Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto	NOM C-163
Determinación de la variación en longitud de las probetas de mortero de cemento y de concreto endurecidos	NOM C-173
Concreto sometido a compresión. Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de Poisson	NOM C-128 (ASTM C-469)
Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido	NOM C-169
Concreto premezclado. Especificaciones	NOM C-155
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D

CONCEPTO	REFERENCIA
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Materiales laminares para curado de concreto	4.01.01.002.F
Muestreo de concreto fresco	NOM C-161
Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico	NOM C-158

002.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

002.G.03.a Elaboración del concreto. El concreto que se utilice en las diversas obras del Metro cumplirá con las especificaciones de diseño y para su elaboración, con los requisitos de calidad siguientes:

1. Proporcionamiento de la mezcla. Los ingredientes que se utilicen se mezclarán adecuadamente para obtener un concreto homogéneo y trabajable que permita una colocación adecuada y los acabados indicados en el proyecto.

   1.1 Tamaño máximo del agregado. El tamaño máximo de los agregados será menor de 1/5 de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes; 1/3 del espesor de las losas, o 2/3 de la separación horizontal libre mínima entre varillas, paquetes de varillas, o tensores de presfuerzo.

   1.2 Consistencia. La cantidad de agua empleada en la producción del concreto se regulará para obtener la consistencia apropiada, debiéndose ajustar por cualquier variación en el contenido de humedad o graduación de los agregados, al penetrar la mezcladora. No se permitirá la adición de agua para compensar la trabajabilidad del concreto antes de ser colocado. Se requerirá uniformidad en la consistencia del concreto de revoltura. El Contratista podrá equipar cada mezcladora con un medidor de consistencia que proporcione un índice de la consistencia del concreto. La sensibilidad de los medidores de consistencia será tal que el efecto de un cambio de revenimiento de 1.5 cm sea fácilmente detectado por el operador. El diseño y construcción de los medidores de consistencia será tal que elimine errores apreciables ocasionados por la fricción en la operación de la mezcladora y por variaciones de la corriente eléctrica.

   El revenimiento del concreto empleado deberá ser el especificado por el proyecto y con las tolerancias indicadas.

   La prueba de revenimiento se efectuará en el sitio de la descarga del concreto, antes de ser colocado y consolidado. Se efectuará la prueba de revenimiento cada vez que el Representante lo juzgue necesario o por lo menos cada 5 m^3 de concreto. Cuando el concreto sea colocado por medio de bomba, se deberá proveer una salida en la tubería para obtener la muestra necesaria y efectuar la prueba de revenimiento a la entrada de la bomba, cada vez que el Representante lo juzgue necesario.

2. Dosificación. En el concreto hecho en obra y premezclado, la base para medir el concreto será el metro cúbico al descargar la revolvedora. El volumen del concreto fresco se medirá por el peso de cada revoltura, dividido entre el peso volumétrico real determinado mediante ensayes. El peso de cada revoltura se podrá determinar como la suma del peso de cada material que interviene en la mezcla, incluyendo el agua, agregados y cemento. La densidad (antes peso volumétrico) deberá estar comprendida entre 2100 y 2200 kg/m^3, en estado húmedo. El concreto hecho en obra y premezclado deberá cumplir con los requisitos de dosificación que a continuación se enuncian:

   2.1 Concreto hecho en obra. Se empleará únicamente en casos en que se requieran volúmenes pequeños, para lo cual, el Contratista requerirá la aprobación del Representante. El equipo de mezclado será mecánico, y la medición de los agregados podrá ser volumétrica, siempre que se dosifique en recipientes de geometría y rigidez adecuadas. La dosificación del cemento se hará por sacos completos y la del agua en recipientes graduados.

   2.2 Concreto premezclado. El suministro de volúmenes mayores se hará con concreto premezclado elaborado en planta, que cuente con el equipo necesario para garantizar la calidad uniforme y considerando los siguientes requisitos:

      2.2.1 Ingredientes. Las cantidades de cemento, agregados y aditivos que intervengan en la elaboración del concreto serán determinadas por peso, en forma independiente para cada revoltura de concreto; la cantidad de agua será determinada por volumen o peso, usando tolvas independientes para el cemento, las que estarán equipadas con los aditamentos necesarios para que la descarga del cemento por revoltura sea completa. Cuando el cemento sea suministrado en sacos, la dosificación deberá realizarse para cada revoltura, por sacos completos de cemento. El equipo para manejar el cemento estará construido y operado de manera que se eviten mermas durante la medición, transporte y descarga.

      2.2.2 El equipo pesador y medidor se ajustará a los siguientes requisitos:

         a) Cada unidad pesadora debe incluir una carátula visible con indicador, sin resortes, que marque la carga de la báscula en cualquier etapa de la operación de pesado, desde cero hasta la capacidad total de la báscula, e incluir un dispositivo que indique si falta carga, si sobra o si la báscula está en equilibrio, tanto descargada como cuando está cargada por el peso marcado en la barra. La carrera de la aguja indicadora en la cará-

tula deberá tener una amplitud suficiente para marcar sobrecarga de cuando menos 1/3 de la carrera que indica falta de carga. Las barras de las básculas deberán estar interconectadas de tal modo que no pueda iniciarse la operación de pesado de una nueva revoltura, hasta que la tolva de pesado esté completamente descargada de la pesada anterior y la báscula permanezca en equilibrio. Las tolvas de pesado deberán estar construidas de tal manera que permitan eliminar de ellas el material sobrante de una pesada que esté en exceso de las tolerancias prescritas.

b) El equipo se deberá poder ajustar fácilmente para compensar la variación de peso motivada por el contenido de agua de los agregados y por cambios en las proporciones de la mezcla.

c) El equipo será capaz de controlar la entrada de materiales, de manera que las imprecisiones combinadas en alimentación y medición durante la operación normal, no excedan de ± 1 % para agua; ± 1.5 % para cemento; ± 3 % para aditivo; ± 2 % para arena, grava de 20 mm (3/4 pulg.) y grava de 40 mm (1 1/2 pulg.).

d) Se proveerán las facilidades necesarias para obtener muestras representativas de cemento, aditivos, arena y tamaño de agregado grueso, de los flujos de descarga entre los silos y tolvas dosificadoras o entre las tolvas dosificadas y las revolvedoras.

e) El mecanismo de operación del aparato medidor de agua será tal que no haya escurrimiento cuando las válvulas estén cerradas. El aparato medidor de agua se construirá de manera que el agua sea descargada rápida y libremente al interior de la revolvedora. Además del aparato medidor de agua, existirán aditamentos complementarios para medición e introducción de pequeñas cantidades de agua al interior de la revolvedora, cuando se requiera para ajuste final de la mezcla. Este equipo vaciará el agua añadida en el interior de la revolvedora.

f) El registrador de consistencia a que se refiere anteriormente, así como los controles de operación, se instalarán en la caseta donde se localizan las carátulas para el peso de los materiales. Las carátulas de escala, indicadores y dispositivo medidor de agua serán francamente visibles, sin interferencias que impidan su lectura.

g) Cuando lo juzgue necesario el Representante, verificará las condiciones de funcionamiento de la planta, para lo cual, el Contratista deberá otorgar las facilidades que se requieran.

h) El equipo que no llene los requisitos anteriores, será reparado o remplazado satisfactoriamente, a juicio del Representante.

3. Mezclado

3.1 El equipo y método empleados para la producción de concreto hecho en obra y premezclado, serán los adecuados para obtener uniformidad en las mezclas, en cuanto a consistencia, contenido de cemento, agua y demás ingredientes, con las mismas proporciones de principio a fin de cada revoltura, en el momento de descargarse.

3.2 Se proveerá del equipo suficiente para el mezclado, transporte y colocación del concreto, a efecto de evitar al máximo posible las juntas frías.

3.3 La elaboración del concreto hecho en obra y premezclado deberá efectuarse con el agua de mezclado a una temperatura igual o menor de 293 K (20°C); los agregados tendrán una temperatura inferior a 303 K (30°C). La temperatura del concreto deberá estar comprendida entre 278 y 300 K (5 y 27°C), en el momento del colado.

3.4 Concreto hecho en obra. Todas las revolvedoras que se utilicen, independientemente de su tipo, serán capaces de descargar con facilidad el concreto del menor revenimiento solicitado. Cada revoltura se ajustará a los siguientes tiempos de mezclado:

Capacidad de la revolvedora	**Tiempo de revoltura (mínimo)**
$\leq$ 1.5 m³	1.5 min
$\leq$ 2.3 m³	2 min
$\leq$ 3.0 m³	2.5 min

3.5 Concreto premezclado. Cuando se utilicen camiones revolvedoras, el tiempo de mezclado se medirá por el número de revoluciones del tambor, y estará comprendido entre un mínimo de 60 y un máximo de 100, girando el tambor a una velocidad de 8 a 12 rpm. Una vez completado el ciclo de mezclado, el tambor girará a una velocidad menor de 6 rpm durante un máximo de 30 minutos antes de su colocación.

3.5.1 No se podrá añadir agua a la revoltura una vez que ha salido de la dosificadora; cualquier camión al que se le incluya agua adicional a la revoltura para permitir una colocación satisfactoria, será desechado.

Tabla 002-9. Requisitos de uniformidad de mezclado de concreto

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultados de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes en la descarga*
Peso volumétrico	± 15 kg/m^3
Contenido de aire en porcentaje del volumen del concreto para concretos con aire incluido	± 1%
Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm	± 1.5 cm
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm	+ 2.5 cm
Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm	± 3.5 cm
Contenido del agregado grueso retenido en la malla NOM G 4.75 (4.75 mm), expresado en porcentaje del peso de la muestra	± 6
Promedio de la resistencia a la compresión a siete días de edad de cada muestra, en porcentaje**	± 7.5

* Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga

** La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada a reserva de que los resultados de las pruebas de resistencia sean satisfactorios

3.5.2 Al descargar el camión revolvedora, deberá evitarse la segregación del agregado grueso, utilizando bandas o deflectores, de manera que el concreto caiga verticalmente o con cierta inclinación, en el recipiente que lo reciba. Se desechará cualquier mezcla que presente segregación.

3.5.3 El concreto premezclado deberá satisfacer los requisitos de uniformidad de mezclado establecidos en la tabla 002-9.

002.G.03.b Muestreo de concreto fresco

1. Las pruebas que han de realizarse se sujetarán a los procedimientos de muestreo de las normas NOM C-161 y C-160, además de tener en consideración las siguientes recomendaciones:

1.1 El tiempo que transcurra entre la obtención de la primera y de la última porción de las muestras compuestas deberá ser tan corto como sea posible, y en ningún caso deberá exceder de 15 minutos.

1.2 Las mezclas individuales se transportarán al lugar donde vayan a realizarse las pruebas sobre concreto fresco, o donde se moldeen los especímenes de prueba; después, deberán combinarse y remezclarse con una pala lo necesario para asegurar uniformidad.

1.3 Las pruebas de revenimiento, de contenido de aire, o ambas, deberán iniciarse dentro de los primeros cinco minutos después de terminar el muestreo. Luego, deberán completarse tan rápidamente como sea posible. El moldeado de especímenes para pruebas de resistencia tendrá que comenzarse dentro de los primeros 15 minutos después que se haya fabricado la muestra. El tiempo entre la obtención y el empleo de la muestra será tan corto como sea posible; la muestra deberá protegerse del sol, del viento, de otras causas de evaporación rápida, así como de la contaminación. De requerirse deberán disponerse locales apropiados, que mantengan en condiciones de especificación a las muestras recién tomadas.

2. Tamaño de la muestra

2.1 Las muestras para pruebas de resistencia deberán ser cuando menos de 28 litros. Pueden permitirse más pequeñas para pruebas rutinarias de contenido de aire y de revenimiento.

2.2 Los procedimientos de muestreo deberán incluir el empleo de todas las precauciones que ayuden a obtener muestras verdaderamente representativas de la naturaleza y condición del concreto muestreado.

2.3 Muestreo en revolvedoras estacionarias. El concreto se muestreará a dos o más intervalos espaciados en forma regular durante la descarga de la porción intermedia de la revoltura. Las muestras así obtenidas, dentro de los límites de tiempo especificados, se combinarán para formar una sola, y ensayarla. No deben tomarse muestras de la primera o de la última porción de la descarga. El muestreo se efectuará pasando un receptáculo a través del chorro completo de descarga, o desviando completamente ésta a un recipiente para muestras. Si la descarga del concreto es demasiado rápida para desviarla completamente, entonces se vacía en un recipiente o unidad de transporte lo suficientemente grande para acomodar la carga completa, y posteriormente se realiza el muestreo en la forma que ya se indicó. Deberá tenerse cuidado de no restringir el flujo de concreto de la revolvedora, del recipiente o de la unidad de transporte, a fin de evitar segregación. Estos requisitos se aplicarán tanto a revolvedoras basculantes como no basculantes.

2.4 Muestreo en revolvedoras o agitadores montados en camiones. Se muestreará el concreto en dos o más intervalos espaciados en forma regular durante la descarga de la porción intermedia de la revoltura. Las muestras así obtenidas, dentro de los límites de tiempo especificados, se combinarán en una sola, para propósitos de ensaye. En ningún caso deberán obtenerse muestras antes de agregar toda el agua a la revolvedora, ni tampoco se obtendrán de la primera o última porción de la descarga. El muestreo se efectuará pasando repetidamente la descarga a un recipiente destinado a este fin. La velocidad de descarga debe regularse mediante la velocidad de rotación del tambor y no por el tamaño de abertura de la compuerta.

2.5 Muestreo en revolvedoras abiertas en la parte superior, montadas en camiones, en equipo no agitador o en otro tipo de recipientes abiertos. Las muestras se tomarán por el procedimiento que sea más aplicable, bajo las condiciones que se presenten, de los descritos anteriormente.

002.G.03.c Frecuencia de pruebas

1. Antes de aprobar los proporcionamientos de los diferentes tipos de concretos hechos en obra, que van a ser empleados en la construcción, se deberán hacer las pruebas en el concreto señaladas en las referencias 002.G.02 muestreando el concreto de acuerdo con lo especificado, quedando a juicio del Representante la aceptación o rechazo de cada uno de los concretos.

2. Debido a que el concreto empleado en la obra tiene diferentes resistencias de proyecto, revenimientos, tamaño máximo de agregados y diferentes procedencias por lo que respecta a su fabricación, se realizarán determinaciones de la calidad del concreto mediante los ensayes correspondientes, cada vez que el Representante lo solicite, pero con una frecuencia no menor a la señalada en al tabla 002-10.

Tabla 002-10. Frecuencia de pruebas

P r u e b a	Frecuencia, cada
Consistencia de las mezclas mediante la prueba de revenimiento	5 m^3
Resistencia a la compresión	
- Los primeros 5000 m^3 para cada tipo y fuente de abastecimiento:	
Una muestra de dos cilindros	20 m^3 o fracción
Una muestra de cuatro cilindros	40 m^3 o fracción
- Después de 5000 m^3 para cada tipo y fuente de abastecimiento:	
Una muestra de dos cilindros	40 m^3 o fracción
Una muestra de cuatro cilindros	80 m^3 o fracción
Peso volumétrico, revenimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto	*
Tiempo de fraguado de mezclas de concreto	*
Sangrado de concreto	*
Resistencia del concreto a tensión indirecta	*
Resistencia a la flexión del concreto	*
Cambio de longitud del concreto	*
Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson, del concreto	*

Las pruebas señaladas con asterisco se realizarán con la frecuencia que juzgue conveniente el Representante

3. En las pruebas de resistencia a la compresión invariablemente se ensayarán dos cilindros a la edad de 28 días, cuando se utilice cemento Portland tipo I o cemento Portland-puzolana y a 14 días cuando se utilice cemento Portland tipo III (resistencia rápida), y los dos cilindros adicionales se ensayarán a la edad de siete días. El Representante podrá ordenar un mayor número de muestras para ensayes a cualquier edad.

4. Los resultados de pruebas de revenimiento y resistencia a la compresión de cilindros de concreto serán entregados oportunamente por el Contratista al Representante, con objeto de que si se da el caso de determinar una revoltura de mala calidad, se puedan tomar las medidas necesarias para corregir o bien demoler las partes que fueron coladas con dicha revoltura.

5. Corresponde al Representante, de acuerdo con los resultados de los ensayes practicados en una determinada revoltura, y utilizada en determinados elementos de la obra, aceptar, o rechazar y orde-

nar demoler y reponer o reforzar el concreto defectuoso.

002.G.03.d Resistencia. Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, se deben hacer especímenes estándar, de acuerdo con la norma NOM C-160. El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto que si en algunos de ellos se acusa una deficiencia definitiva de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se tomará en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba.

1. Grados de calidad del concreto

1.1 Grado "A". El concreto deberá cumplir con lo siguiente:

1.1.1 Se acepta que no más del 20 por ciento del número de pruebas de resistencia tenga valores inferiores a la resistencia especificada f'_c. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

1.1.2 No más del 1 % de los promedios de siete pruebas de resistencia consecutiva será inferior a la especificada.

1.1.3 No más de 1 % de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 4.9 MPa (50 kg/cm²).

1.2 Grado "B". El concreto deberá cumplir con lo siguiente:

1.2.1 Se acepta que no más del 10 por ciento del número de pruebas de resistencia tenga valores inferiores a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

1.2.2 No más del 1 % de los promedios de tres pruebas de resistencia consecutiva puede ser igual o menor que la resistencia especificada.

1.2.3 No más del 1 por ciento de las pruebas de resistencia puede ser menor que la resistencia especificada menos 3.4 MPa (35 kg/cm²).

1.3 Criterio de aceptación para un número de pruebas insuficiente

1.3.1 La resistencia del concreto correspondiente a un día de colado, siempre que sea de una misma clase y proceda del mismo proveedor, se considerará satisfactoria si cumple simultáneamente con los requisitos siguientes:

— Para concreto grado "A" colado en el día, el promedio de resistencia (pareja de cilindros) de cualquier grupo de siete ensayes consecutivos, resulta igual o mayor que f'_c. Ninguna resistencia (pareja de cilindros) resultará menor de $f'_c - 4.9$ MPa (50 kg/cm²).

— Para concreto grado "B" colado en el día, el promedio de resistencia (pareja de cilindros) de cualquier grupo de tres ensayes consecutivos resulta igual o mayor que f'_c. Ninguna resistencia (pareja de cilindros) resultará menor de $f'_c - 3.4$ MPa (35 kg/cm²).

1.3.2 Cuando el número de pruebas es insuficiente para calcular el promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, el promedio de los resultados obtenidos de estas pruebas debe ser igual o mayor que las cantidades indicadas en la tabla 002-11.

2. Resistencia requerida

Los materiales para el concreto deberán proporcionarse para una resistencia, f_{cr}, mayor que la especificada f'_c; para tal fin, dependiendo de la desviación estándar (S) que logre el proveedor al elaborar su concreto, se deberá incrementar la resistencia de proyecto f'_c, de acuerdo con el grado de calidad "A" o "B" y con las siguientes expresiones:

$$f_{cr} = f'_c + 0.85S$$

o

$$f_{cr} = f'_c + 2.33S - 50 \text{ (grado de calidad "A")}$$

$$f_{cr} = f'_c + 1.343S \text{ (grado de calidad "B")}$$

donde:

f_{cr} Resistencia promedio que debe utilizarse como base para elegir las proporciones del concreto, en MPa o kg/cm².

f'_c Resistencia especificada según proyecto.

S Desviación estándar de las pruebas de resistencia a compresión del concreto, en MPa (kg/cm²). Su valor se determinará a partir de antecedentes de no menos de 30 parejas de cilindros que representen un concreto cuya resistencia no difiera en más de 6.9 MPa (70 kg/cm²) de la especificada para el trabajo propuesto, y fabricado con materiales, procedimientos y control similares a los del trabajo en cuestión. Si no se cuenta con tales antecedentes, la desviación estándar podrá tomarse de la tabla 002-12.

002.G.03.e Curado. El Representante podrá solicitar pruebas de resistencia de muestras curadas en condiciones de campo, a fin de comprobar el curado y la protección del concreto en la estructura. Para que el concreto sea aceptable, tales muestras deben moldearse al mismo tiempo y provenir del mismo volumen de concreto que las muestras de pruebas curadas en el laboratorio. Cuando la resistencia de los cilindros curados en el campo, a la edad de prueba designada para medir f'_c, sea menor de 85 por ciento de la de los cilindros correspondientes curados en el laboratorio, deberán mejorarse los procedimientos de protección y curado del concreto. Cuando las resistencias de los cilindros curados en el laboratorio sean

Tabla 002-11. Promedio de pruebas consecutivas de parejas de cilindros para un número de pruebas insuficiente

Número de pruebas	Valores de f_p mín, en MPa (kg/cm²)	
	Para concreto calidad "A"	Para concreto calidad "B"
1	f'_c-4.9 (50)	f'_c-3.4 (35)
2	f'_c-2.7 (28)	f'_c-1.3 (13)
3	f'_c-1.7 (17)	f'_c
4	f'_c-1.1 (11)	
5	f'_c-0.7 (7)	
6	f'_c-0.4 (4)	
7	f'_c	

f_p Promedio de resultados de pruebas de parejas de cilindros

claramente mayores que f'_c, las resistencias de los cilindros curados en el campo no necesitan exceder de f'_c en más de 3.4 MPa (35 kg/cm²), aun cuando no se cumpla con el criterio del 85 por ciento.

002.G.03.f Pruebas de corazones. Si las pruebas individuales de muestras curadas en el laboratorio producen resistencias menores en más de 4.9 MPa (50 kg/cm²) de la f'_c de concretos con grado de calidad "A" y de 3.4 MPa (35 kg/cm²) de la f'_c de concretos con grado de calidad "B", o si las pruebas de los cilindros curados en el campo indican deficiencias de protección y curado, deben tomarse medidas para asegurar que la capacidad estructural no quede comprometida. Si se confirma que el concreto es de baja resistencia, y los cálculos indican que la capacidad estructural se ha reducido significativamente, se puede requerir la prueba de corazones extraídos de la zona en duda, de acuerdo con el "Método de obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido" (NOM C-169). Deben tomarse tres corazones por cada resultado de prueba de cilindros que esté por debajo de f'_c en más de 4.9 o 3.4 MPa (50 o 35 kg/cm²) según el grado de calidad del concreto. Si el concreto de la estructura va a estar seco durante las condiciones de servicio, los corazones deben secarse al aire a una temperatura entre 288 y 303 K (15 y 30°C) y a una humedad relativa menor de 60 por ciento, durante siete días antes de la prueba, y deben probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los corazones deben sumergirse en agua por lo menos durante 48 horas y probarse húmedos.

002.G.03.g Pruebas de carga. El concreto de la zona representada por los corazones se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazones es por lo menos igual al 85 por ciento de f'_c y ningún corazón tiene una resistencia menor del 75 por ciento de f'_c (para comprobar la precisión de la prueba se pueden volver a probar los lugares que representen las resistencias dudosas de los corazones). Si estos criterios de aceptación de resistencia no se cumplen mediante las pruebas de corazones, y si las condiciones estructurales permanecen en duda, el Representante podrá ordenar que se hagan pruebas de carga como se expone en el capítulo LVI, artículo 360 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en vigor, para la parte dudosa de la estructura, o tomar otra decisión adecuada a las circunstancias.

002.G.03.h Módulo de elasticidad del concreto. Esta propiedad del concreto deberá ser obtenida con el ensaye de cilindros estándar siguiendo el procedimiento que señala el método de prueba de la norma ASTM C-469; el valor promedio que se obtenga en los cilindros ensayados a la edad de 28 días cuando se utilice cemento normal y de 14 días cuando se utilice cemento de resistencia rápida no deberá ser inferior a $8500\sqrt{f'_c}$, tomando f'_c como el valor nominal de la resistencia de proyecto. Para la determinación del módulo de elasticidad deberán tomarse cilindros de concreto adicionales. De cada etapa de colado que se produzca para constituir un elemento estructural cuya deformación interese limitar, deberán colectarse no menos de dos cilindros por cada 40 m³ o fracción, para la realización de las determinaciones del módulo de elasticidad; esta frecuencia podrá ser variada por el Representante.

002.G.03.i Salvo que el proyecto modifique los requisitos de esta especificación, el concreto hidráulico deberá satisfacer dichos requisitos para su aceptación.

Tabla 002-12. Desviación estándar de la resistencia del concreto, en MPa (kg/cm²)

Tipo de materiales	Espesor nominal, en mm	Resistencia a la tensión, mínimo				Alargamiento mínimo, en porcentaje		Reflectancia mínima, en porcentaje
		N/cm de ancho (kg/cm de ancho)		MPa (kg/cm²)				
		Medida en dirección de la elaboración						
		Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	
Papel impermeable:								
Color natural		53.0 (5.4)	26.5 (2.7)					
Blanco		53.0 (5.4)	26.5 (2.7)					50
Lámina de polietileno:								
Color natural	(a) 0.10			11.7 (120)	8.3 (85)	225	350	
Blanca	(a) 0.10			11.7 (120)	8.3 (85)	225	350	70
Lámina de polietileno blanco, con trama de fibra de cáñamo								(b) 70

CAPITULO 4. 01. 01. 003

MORTERO HIDRAULICO Y COMPONENTES

003.A CEMENTO-MORTERO PORTLAND

003.A.01 DESCRIPCION

Mortero Portland. Es el conglomerante hidráulico que se usa en trabajos de albañilería y puede contener uno o más de los materiales siguientes: cemento Portland, cemento de escoria de alto horno y cemento Portland-puzolana, a los cuales se les puede agregar uno o más materiales tales como cal hidratada, piedra caliza, arcilla o puzolana.

003.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento	4.01.01.002.A.02
Método de prueba para mezclado mecánico de pastas y morteros hidráulicos	NOM C-85
Requisitos para el aparato usado en la determinación de la fluidez de morteros con cementantes hidráulicos	NOM C-144
Método de prueba para la determinación del peso específico de cementantes hidráulicos	NOM C-152
Cemento hidráulico. Determinación del contenido de aire en el mortero	NOM C-300
Cemento. Mortero Portland	NOM C-21

003.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

003.A.03.a El cemento-mortero Portland deberá satisfacer los requisitos indicados en la tabla 003-1.

1. La relación agua/mortero Portland para comprobar estas características es la que se obtiene con la prueba de fluidez (NOM C-61).

2. La resistencia a la compresión a 28 días de edad debe ser mayor que la correspondiente a siete días.

003.A.03.b Los requisitos de empaque, almacenamiento, identificación y manejo serán los indicados para el cemento de acuerdo con las especificaciones establecidas en 4.01.01.002.A.03 de este Libro.

003.A.03.c El mortero Portland que no cumpla con la prueba de sanidad en autoclave podrá aceptarse si en los 28 días siguientes a la prueba inicial satisface dicho requisito.

003.A.03.d A menos que el proyecto modifique los requisitos, pruebas o muestreos establecidos en la presente especificación, el mortero Portland deberá cumplir con lo dispuesto en 003.A de este capítulo.

003.B CEMENTO

003.B.02 REFERENCIAS

El cemento Portland y Portland-puzolana que se emplee en la elaboración de morteros para mamposterías y recubrimientos, deberá satisfacer los requisitos establecidos en 4.01.01.002.A.

003.C AGUA PARA MORTERO

003.C.02 REFERENCIAS

El agua que se emplee para la elaboración de morteros deberá cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.C.

003.D CAL HIDRATADA

003.D.01 DESCRIPCION

003.D.01.a Cal hidratada. Polvo seco que se obtiene al tratar la cal viva (óxido de calcio), haciéndola reaccionar con la cantidad de agua necesaria para transformarla en hidróxido de calcio; por medio del calor de hidratación evapora el exceso de agua.

003.D.01.b La cal hidratada se emplea en la construcción para acabados, capas de enlucidos, estuco y mezcla de albañilería.

003.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cal viva para construcciones	NOM C-4
Cal hidráulica hidratada	4.01.01.003.E
Cal hidratada	NOM C-3
Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos	NOM C-131
Muestreo para materiales pulverulentos o granulados	NOM K-368
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

003.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

003.D.03.a La cal hidratada deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos de las tablas 003-2 y 003-3.

003.D.03.b Marcado y etiquetado. Cuando la cal se entregue en sacos se debe indicar en forma clara e indeleble los datos siguientes: nombre del producto, marca registrada, norma de calidad y contenido neto en kilogramos.

003.D.03.c Envasado. Cuando la cal se envasa, el contenido neto de cada saco de cal debe ser de 25 kg, con una tolerancia de ± 375 gramos.

003.D.03.d Almacenaje. Los depósitos que se utilicen para el almacenamiento de la cal deben estar construidos en tal forma que la calidad del producto en ellos almacenado no se deteriore por la acción de la intemperie y tendrán fácil acceso para la inspección y el muestreo de acuerdo con lo indicado para el cemento en 4.01.01.002.A.

003.D.03.e Si el proyecto lo juzga necesario, la cal hidratada podrá ser sometida a todas las pruebas asentadas en esta especificación para verificar la calidad óptima del producto.

003.E CAL HIDRAULICA HIDRATADA

003.E.01 DESCRIPCION

003.E.01.a Cal hidráulica hidratada. Producto cementante seco hidratado que se obtiene por la calcinación de piedra caliza que contenga sílice y alúmina, que forman suficiente cal libre (CaO) para permitir la hidratación y al mismo tiempo la producción de suficiente silicato de calcio anhidro para darle al polvo seco las características hidráulicas que establece esta especificación.

003.E.01.b La cal hidráulica hidratada puede usarse como base para yeso, estuco, mortero o con cemento Portland ya sea como mezcla, ingrediente o aditivo.

Tabla 003-1. Requisitos físicos

Característica	Valor especificado
Finura, residuo en criba NOM F 0.045 (ASTM No. 325), máximo en porcentaje	25
Sanidad (prueba de autoclave), expansión máxima en porcentaje	1.0
Tiempo de fraguado (Vicat):	
Fraguado inicial, en minutos, no menor de	90
Fraguado final, en horas, no mayor de	18
Resistencia a la compresión, promedio de tres cubos de mortero: una parte de mortero Portland en peso por 2.75 de arena graduada estándar.	
Valores mínimos, en MPa (kg/cm^2):	
A 7 días	3.43 (35)
A 28 días	6.38 (65)
Contenido de aire en el mortero: porcentaje máximo en volumen	22
Retención de agua, fluidez después de la succión, porcentaje mínimo de la fluidez original	70

Tabla 003-2. Requisitos físicos

Característica	Valor especificado
Residuo retenido en la criba NOM M 0.600 (ASTM No. 30), máximo en porcentaje	0.5
Residuo retenido en la criba NOM F 0.075 (ASTM No. 200), máximo en porcentaje	15.0
Prueba de dilatación acelerada a presión atmosférica	Sin deformación
Plasticidad mínima	200

Tabla 003-3. Requisitos químicos

Característica	Valor especificado
Humedad sobre muestra original, máxima en porcentaje	3
Oxidos de calcio y magnesio (CaO + MgO) calculados sobre la muestra calcinada, mínimos en porcentaje	90
Anhídrido carbónico (CO_2) sobre la muestra original, máximo en porcentaje, cuando la muestra se toma en el lugar de manufactura	5

003.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento	4.01.01.002.A
Cal hidratada	4.01.01.003.D
Cal hidráulica hidratada	NOM C-5
Método de prueba para determinar tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Gillmore)	NOM C-58
Método de prueba para análisis granulométricos de agregados finos y gruesos	NOM C-77
Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos	NOM C-131
Muestreo para materiales pulverulentos o granulados	NOM K-368

003.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

003.E.03.a La cal hidráulica hidratada deberá cumplir con los requisitos de las tablas 003-4 y 003-5.

La cal hidráulica hidratada debe cumplir con los requisitos químicos anteriores calculados con base en materia no volátil.

003.E.03.b Los requisitos de marcado, etiquetado, envasado y almacenaje deberán cumplir con lo establecido para la cal hidráulica.

003.E.03.c Si el proyecto lo juzga conveniente, la cal hidráulica hidratada podrá ser sometida a todas las pruebas asentadas en esta especificación para verificar la calidad óptima del producto.

002.F AGREGADO FINO PARA MORTERO

003.F.02 REFERENCIAS

El agregado fino o arena que se emplee en la elaboración de morteros, deberá cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.B, salvo indicación contraria del proyecto y del Representante.

Tabla 003-4. Requisitos químicos

Característica	Valor especificado	
	Mínimo	Máximo
Oxidos de calcio y magnesio, en porcentaje	65	75
Sílice (SiO_2), en porcentaje	6	16
Oxidos de fierro y aluminio, en porcentaje	-	8
Dióxido de carbono (CO_2), en porcentaje	-	5

Tabla 003-5. Requisitos físicos

Característica	Valor especificado	
	Mínimo	Máximo
Tiempo de fraguado inicial (aguja Gillmore), en horas	2	-
Tiempo de fraguado final (aguja Gillmore), en horas	-	24
Dilatación acelerada a presión atmosférica	Satisfactoria	
Resistencia a la compresión, en MPa (kg/cm^2):		
A los 7 días	1.18 (12)	
A los 28 días	2.94 (30)	
Finura: La muestra debe dejar un residuo de no más de 0.5% en la criba NOM M 0.600 (ASTM No. 30) y no más de 10% en la criba NOM F 0.075 (ASTM No. 200) cuando se determina según la norma NOM C-77		

003.G YESO CALCINADO

003.G.02 REFERENCIAS

El yeso calcinado para la construcción usado en aplanados, capas de acabados, estucos y elementos decorativos integrales, deberá cumplir con requisitos establecidos en el capítulo 5.14.2 de la Parte Segunda, del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

003.H MORTERO PARA ALBAÑILERIA

003.H.01 DESCRIPCION

003.H.01.a Mortero. Material compuesto por un agregado fino, generalmente arena y uno o varios aglutinantes, como son: cemento Portland, cemento-mortero Portland o cal hidratada, los cuales al mezclarse con agua endurecen adquiriendo una característica de resistencia previamente establecida.

003.H.01.b Los morteros se clasifican en función del proporcionamiento y tipo de agregados y aglutinantes, entre los cuales podrán estar los siguientes:

1. Elaborados con cemento Portland y arena. Para recibir recubrimientos, aplanados en muros, construcción de muros y mamposterías.

2. Elaborados con cemento Portland, cal hidratada y arena. Para asentar las piezas de muros de carga y divisorias; se puede usar también en aplanados y construcción de mamposterías.

3. Elaborados con cal hidratada y arena. Se usan solamente en muros divisorios debido a su baja resistencia a la compresión.

003.H.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento	4.01.01.002.A
Cemento-mortero Portland	4.01.01.003.A
Cal hidratada	4.01.01.003.D
Agregado fino para mortero	4.01.01.003.F
Agua para mortero	4.01.01.003.C
Métodos de prueba para morteros	SRH(1970) 2a. Parte, 2.2
Morteros	PEMEX 3.110.01
Mezclas y morteros	DDF 5.24
Método de prueba para determinar tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (Método de Gillmore)	NOM C-58

003.H.03 REQUISITOS

003.H.03.a Medición de materiales. El método de medición de materiales para mortero utilizado en la obra, deberá ser tal que puedan controlarse y mantenerse con exactitud las proporciones especificadas de los ingredientes para mortero.

003.H.03.b Dosificación. La dosificación de los materiales se hará en volumen, midiendo las cantidades en recipientes de volumen conocido y que no estén deformados.

003.H.03.c Mezclado de morteros. Los materiales cementantes y el agregado deben mezclarse en una revolvedora mecánica, por lo menos durante tres minutos, con la cantidad de agua máxima para producir una consistencia trabajable. El mezclado manual del mortero puede permitirse en trabajos pequeños con aprobación del Representante. La arena y el cemento o la cal se mezclarán en seco hasta lograr una mezcla homogénea, que se manifiesta por su color uniforme. Después se agregará agua hasta que la mezcla tenga la consistencia deseada. La mezcla se efectuará sobre una artesa o tarima de madera, o sobre el mismo piso, preparado de manera que los materiales del mortero no se mezclen con materiales y sustancias extrañas.

003.H.03.d En los morteros de cal puede agregarse más agua después de terminar su elaboración si la mezcla comienza a endurecerse al perder el agua por evaporación. En los morteros de cemento no se agregará más agua después de que se agregó el total y se terminó el mezclado. La mezcla deberá usarse dentro de las tres horas siguientes a su elaboración.

003.H.03.e La resistencia de los morteros variará en función del proporcionamiento de los aglutinantes y sus agregados, el volumen de los cuales, en estado húmedo y suelto, no deberá ser menor de 2.25 veces ni mayor de tres veces la suma de los volúmenes de los materiales cementantes empleados en la elaboración del mortero. Las resistencias mínimas que se deben lograr con algunos proporcionamientos, serán las indicados en la tabla 003-6.

Tabla 003-6. Resistencias mínimas de los proporcionamientos para morteros

Resistencia a la compresión, mínima en MPa (kg/cm^2)	Partes de cemento	Partes por volumen de mortero Portland	Partes por volumen de cal hidratada	Agregados
17.2 (175)	1	1	-	No menos de 2.25 y no más de tres veces la suma de volúmenes de cementantes
	1	-	1/4	
12.3 (125)	1/2	1	-	
	1	-	1/4 a 1/2	
4.9 (50)	-	1	-	
	1	-	1/2 a 1 1/4	
0.49-1.47 (5-15)	0 - 1/2	-	1 a 1 1/4	

003.H.03.f Cuando los morteros sean elaborados con mortero Portland, los tiempos de fraguado inicial y final no deberán exceder los valores que se indican a continuación:

Tiempo de fraguado (Método Gillmore)		
Fraguado final, máximo	24	horas
Fraguado inicial, mínimo	2	horas

003.H.03.g Densidad de pruebas. Las mezclas y morteros se muestrearán en forma de dos cilindros por cada 150 m^2 de superficie, para la prueba de compresión; la misma frecuencia podrá variarse sin previo aviso a juicio del Representante. La ubicación y elemento de que se tomen las muestras quedará a juicio del Representante.

003.H.03.h Salvo que el proyecto modifique los requisitos establecidos en la presente especificación, los morteros podrán ser rechazados por el Representante si los requisitos no se cumplen.

CAPITULO 4. 01. 01. 004

PIEDRA PARA CONSTRUCCION

004.A PIEDRA PARA RECUBRIMIENTOS

004.A.01 DESCRIPCION

004.A.01.a Fragmentos de roca en estado natural o materiales pétreos artificiales que se emplean como recubrimientos con fines decorativos o de protección.

004.A.01.b Piedras naturales. De acuerdo con la formación geológica de su origen, las piedras usadas en recubrimientos se pueden clasificar conforme a la siguiente relación:

1. Ignea intrusiva. Son rocas de los tipos sienita, diorita, granito, etc.
2. Ignea extrusiva. Se encuentran en este grupo andesita, basalto, toba, brecha volcánica, riolita, etc.
3. Sedimentaria. Grupo formado por rocas tales como caliza, travertino, arenisca, conglomerado, brecha, etc.
4. Metamórfica. Este grupo lo forman pizarra, gneiss, cuarcita y mármol.

004.A.01.c Las piedras naturales pueden clasificarse atendiendo a su forma, en geométricas regulares e irregulares.

004.A.01.d Piedras artificiales. La versatilidad de las piedras artificiales, debida a la gran variedad de combinaciones posibles en su composición, da como resultado una gama muy amplia de productos que son fabricados con agregados finos y cementantes en formas geométricas generalmente regulares; a continuación se citan como clasificación sólo unos ejemplos:

1. Imitación de piedras naturales. Copia de piedras naturales mencionadas en 004.A.01.b; las imitaciones pueden ser iguales o de mayor resistencia que las naturales, pudiendo inclusive ser reforzadas. En general, estas imitaciones se hacen en formas geométricas regulares con dimensiones apropiadas al tipo de piedra imitada.
2. Arenisca roja. Consiste en tres partes de arena roja triturada hasta un tamaño de 3 mm, una parte de cemento Portland blanco y una décima parte de polvo de hematita (óxido de fierro). Se fabrica en placas rectangulares en varias dimensiones y espesores.
3. Caliza gris. En su fabricación se emplean seis partes de caliza gris triturada, una parte de cemento Portland y una parte de cemento Portland blanco. Se produce generalmente en placas de 2 cm de espesor en diversas medidas rectangulares.
4. Piedra oscura de recinto. Se obtiene de la combinación de tres partes de basalto triturado por una parte de cemento Portland y cuatro centésimas partes de negro de humo. Se fabrica en losetas de diversas dimensiones, generalmente cuadradas.

004.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia a la compresión	SCT, cap. 10, tomo IX
Determinación de la absorción	SCT, cap. 1, tomo IX
Determinación de la densidad aparente	SCT, cap. 3, tomo IX
Determinación de la resistencia al intemperismo	SCT, cap. 3, tomo IX

004.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

004.A.03.a Salvo las excepciones que pudiera indicar el proyecto y el Representante, las piedras para recubrimientos deberán cumplir con los requisitos de los párrafos siguientes:

004.A.03.b Requisitos físicos

1. La resistencia a la compresión en estado húmedo deberá ser de 14.7 MPa (150 kg/cm^2) como mínimo.
2. La resistencia a la compresión, en estado húmedo, aplicando la carga paralelamente a los planos de formación, cuando los haya, será de 9.8 MPa (100 kg/cm^2) como mínimo.
3. La absorción máxima permisible deberá ser de 4 por ciento.
4. La densidad seca aparente mínima permisible será de 2.3.
5. La resistencia al intemperismo acelerado (sanidad) será como máximo de 10 por ciento de pérdida de peso.
6. Las medidas serán las indicadas en el proyecto o en su defecto las más usuales en recubrimientos.
7. Las piedras artificiales para recubrimientos deberán contar con aristas y esquinas perfectamente definidas; en caso de ser de forma rectangular, sus lados deberán formar entre sí ángulos rectos en todos sus sentidos.

8. Los acabados serán los señalados por el proyecto en su aspereza y color. Deberán ser además sanas, resistentes y susceptibles de ser labradas. No presentarán fracturas, grietas ni porosidad excesiva. Estarán limpias y exentas de costras y grasas.

9. El espesor máximo de las piedras en recubrimientos tendrá un límite de 4 cm, excepto cuando el proyecto indique otro valor.

10. La fabricación (exclusivamente de las piedras artificiales), en general será con base en los mismos métodos empleados en obras comunes de concreto, usándose refuerzo metálico si lo requiere la naturaleza del elemento o si así lo indica el proyecto. Se empleará cemento Portland blanco con el fin de lograr una base neutra que facilite la obtención de cualquier color o matiz deseado, con nitidez; en el caso de que el color requerido sea gris oscuro o negro podrá usarse cemento Portland. La materia colorante deberá mezclarse con el cemento en seco, cerniéndolos varias veces juntos en un cedazo; esta mezcla deberá revolverse a su vez, también en seco, con la arena y el agregado grueso, después de lo cual se le agregará el agua.

    Con objeto de obtener un color uniforme será necesario tener cuidado con la exacta dosificación y buena mezcla de los ingredientes. Al fabricar elementos de concreto de colores, se prepararán previamente muestras de ensaye con diversas proporciones de ingredientes, especialmente de los pigmentos minerales, hasta determinar con precisión las cantidades convenientes.

11. En piedras artificiales y con fines económicos podrá usarse alma de concreto gris, y sólo en el revestimiento podrá emplearse cemento Portland blanco; en tales casos la capa de revestimiento o acabado de cemento Portland blanco no será nunca menor de 2.5 cm de espesor.

12. El curado de la pieza deberá ser el adecuado como en cualquier elemento de concreto, con el fin de lograr buenos resultados y evitar superficies agrietadas, blandas o deleznables.

004.A.03.c Tolerancias

1. Para piedras artificiales o naturales en placas regulares con lados hasta de 30 cm, la dimensión podrá tener variaciones de $\pm$ 1 mm.

2. Para piedras artificiales o naturales en placas regulares con lados mayores de 30 cm, la variación máxima aceptable de la dimensión por lado será de $\pm$ 1.5 mm.

3. Las dimensiones y tolerancias para piedras de recubrimiento naturales de forma irregular o rústica, las establecerá el propio proyecto.

004.A.03.d La aceptación de los materiales pétreos y artificiales para recubrimientos, a menos que el proyecto especifique lo contrario, estará regida por el contenido de esta especificación.

004.B PIEDRA PARA MAMPOSTERIA

004.B.02 REFERENCIAS

Las piedras para mampostería deberán cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 5.11, Parte Primera, del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, salvo excepciones que pudiera indicar el proyecto.

CAPITULO 4. 01. 01. 005

MATERIALES Y PRODUCTOS DE ACERO

005.A VARILLAS DE ACERO, CORRUGADAS Y LISAS PARA REFUERZO DE CONCRETO

005.A.01 DESCRIPCION

005.A.01.a Varilla corrugada. Barra de acero que se usa como refuerzo de concreto con superficie provista de rebordes o salientes llamados "corrugaciones", los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

005.A.01.b Varilla lisa. Barra de acero desprovista de corrugaciones.

005.A.01.c Límite de fluencia. Es el primer esfuerzo, menor que el máximo obtenido a la ruptura, en el cual se incrementa la deformación para un valor constante de esfuerzo.

005.A.01.d Las varillas de acero corrugadas se clasifican en los grados indicados en el siguiente cuadro, de acuerdo con su procedencia y su límite de fluencia.

Procedencia	Grados		
De lingotes	30	42	52
De rieles	35	42	—
De ejes	30	42	—
Torcidas en frío	42	50	60

005.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de lingotes o palanquilla, para refuerzo de concreto (torcidas en frío)	NOM B-6 (B-294)
Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de riel, para refuerzo de concreto	NOM B-18
Varillas corrugadas y lisas, de acero, procedentes de eje, para refuerzo de concreto	NOM B-32
Métodos mecánicos de prueba para productos de acero	NOM B-172
Métodos de pruebas para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto	NOM B-434

005.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.A.03.a Composición química. El acero para la fabricación de varillas procedentes de lingote debe cumplir con el contenido de fósforo máximo de 0.05 por ciento.

005.A.03.b Dimensiones y corrugaciones. Deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 005-1.

005.A.03.c Requisitos de tensión y alargamiento. Las varillas deberán cumplir con los requisitos de tensión y alargamiento establecidos en la tabla 005-2.

005.A.03.d Requisitos de doblado. Las probetas en la prueba de doblado deben doblarse a la temperatura ambiente, pero en ningún caso menor a 289 K (16°C), alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. Los requisitos que deben cumplir para el ángulo de doblado y los tamaños del mandril, se indican en la tabla 005-3.

005.A.03.e Acabado. Las varillas de acero deberán tener una buena apariencia, sin presentar defectos perjudiciales exteriores como grietas, traslapos, quemaduras y oxidación excesiva.

005.A.03.f Tolerancias. Las tolerancias en la disminución de peso de las varillas corrugadas de acero, con relación a los pesos teóricos indicados en la tabla 005-1, no excederán de seis por ciento para varillas individuales y de 3.5 por ciento para lote de varilla.

Tabla 005-1. Número de designación, pesos, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas

Número de designación (b)	Peso y dimensiones nominales (a)				Requisitos de corrugación		
	Peso unitario, en N/m (kg/m)	Diámetro, en mm	Area de la sección transversal, en mm^2	Perímetro, en mm	Espaciamiento máximo promedio, en mm	Altura mínima promedio, en mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda), en mm
2	2.43 (0.248)	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.5
2.5	3.77 (0.384)	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	5.49 (0.560)	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	9.75 (0.994)	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	15.22 (1.552)	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.3
6	21.92 (2.235)	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	29.83 (3.042)	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	38.96 (3.973)	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	49.36 (5.033)	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	61.05 (6.225)	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	73.58 (7.503)	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	87.65 (8.938)	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

(a) El diámetro nominal de una varilla corrugada corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla corrugada

(b) El número de designación de las varillas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal

Para los requisitos de corrugaciones de las varillas torcidas en frío deberá consultarse la norma NOM B-294.

Tabla 005-2. Requisitos de tensión y alargamiento

Características	Varillas procedentes de lingotes			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia, mínimo en MPa (kg/mm^2)	294 (30)	412 (42)	510 (52)	343 (35)	412 (42)	294 (30)	412 (42)	412 (42)	490 (50)	588 (60)
Resistencia a la tensión, mínima en MPa (kg/mm^2)	490 (50)	618 (63)	686 (70)	549 (56)	618 (63)	490 (50)	618 (63)	510 (52)	588 (60)	686 (70)
Alargamiento en 203.2 mm, mínimo en porcentaje										
Varilla No.										
2, 2.5 y 3	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
4, 5 y 6	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
7	11	8	7	6	5	11	8	8	8	8
8	10	8	7	5	4.5	10	7	8	8	8
9	9	7	7	5	4.5	9	7	8	8	8
10	8	7	7	5	4.5	8	7	8	8	8
11 y 12	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8

Tabla 005-3. Requisitos para la prueba de doblado de varillas corrugadas

Número de designación de las varillas	Varillas procedentes de lingotes. Doblez a:			Varillas procedentes de rieles. Doblez a:		Varillas procedentes de ejes. Doblez a:		Varillas torcidas en frío. Doblez a:		
	180°		90°	180°		180°		180°		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2, 2.5, 3, 4 y 5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
6	D=5d	D=5d	D=6d	D=6d	D=6d	D=5d	D=5d	D=5d	D=7d	D=7d
7 y 8	D=5d	D=6d	D=7d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
9, 10, 11 y 12	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d

D Diámetro del mandril

d Diámetro nominal de la varilla

005.A.03.g Almacenamiento. Las varillas almacenadas deberán estar separadas por lotes, diámetros y tamaños, de tal forma que sean fácilmente identificables para su muestreo y localización. En el almacenamiento debe evitarse contaminación u oxidación.

005.A.03.h Identificación. Las varillas deberán marcarse con números, letras o símbolos realzados que indiquen su procedencia de fabricación, marca del fabricante, número correspondiente a la designación de la varilla y grado de calidad. La distancia entre marcas de identificación no deberá ser mayor de 2 metros.

005.A.03.i Muestreo

1. Análisis químico. Se debe efectuar este análisis en varillas terminadas que representen cada colada de acero proveniente de horno de hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico.

2. Pruebas mecánicas. Debe efectuarse una prueba de tensión y una de doblado por cada lote de 10 t o fracción, y por cada uno de los diferentes diámetros, fabricantes o tipos de acero.

3. Dimensionales. Las determinaciones del peso unitario y área transversal deben efectuarse mediante una prueba por cada lote de 10 t o fracción y por cada uno de los diferentes diámetros, fabricantes o tipos de acero. Las determinaciones de las características de las corrugaciones deben efectuarse por mediciones en puntos seleccionados sobre una varilla por cada 10 toneladas o fracción, de varillas que tengan el mismo tipo de corrugación contenidas en un lote del mismo peso unitario nominal que corresponde a una orden de embarque.

005.A.03.j Bases de aceptación. Antes de su aceptación se examinará que las varillas no estén deformadas por golpes o dañadas por un largo periodo de almacenamiento. La superficie estará libre de lodo, aceite, pintura u otras materias que impidan o disminuyan la adherencia del concreto. Se permitirá la presencia de óxido y escamas ligeras, siempre que al limpiar la varilla con cepillo de alambre no se alteren las dimensiones ni el peso mínimo especificados. Si un espécimen al ser ensayado cumple con todos los requisitos de esta especificación, se aceptará el lote que represente.

0005.A.03.k Rechazos. Cualquier material o lote de material que no cumpla con los requisitos de esta especificación, será rechazado.

005.B ALAMBRES Y CABLES PARA CONCRETO PRESFORZADO

005.B.01 DESCRIPCION

005.B.01.a Se establecen los requisitos que debe cumplir el acero para concreto presforzado, de alto carbono, en forma de alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzo, el cual después de estirarse se somete a un tratamiento térmico continuo, para eliminar los esfuerzos internos y obtener las propiedades y características estipuladas en esta especificación.

005.B.01.b El acero para concreto presforzado se emplea como "alambre solo" y en torones formados de siete alambres.

005.B.01.c El torón se forma con un alambre central envuelto firmemente por seis alambres exteriores colocados en forma helicoidal, con un paso uniforme de 12 a 16 veces el diámetro nominal del torón. Se clasifican en Grado 176 y Grado 190.

005.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método mecánico de prueba para productos de acero	NOM B-172
Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para concreto presforzado	NOM B-292

CONCEPTO	REFERENCIA
Alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para usarse en concreto presforzado	NOM B-293
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NOM B-310

005.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.B.03.a Requisitos químicos. El "alambre solo" deberá cumplir los requisitos establecidos en la tabla 005-4.

005.B.03.b Requisitos de tensión y alargamiento

1. El alambre deberá cumplir con los requisitos de tensión y alargamiento establecidos en la tabla 005-5.

2. Los torones deberán cumplir los requisitos de resistencia establecidos en la tabla 005-6. El alargamiento total del torón bajo carga deberá ser de 3.5 por ciento mínimo y se debe medir en una longitud calibrada de 610 mm mínima.

005.B.03.c Requisitos de doblado en el alambre. El alambre debe resistir, sin agrietarse ni romperse, dos pruebas de doblado en planos perpendiculares entre sí. Cada prueba consiste en cinco dobleces alternados a noventa grados (90°) sobre un mandril cilíndrico cuyo diámetro se indica en la tabla 005-7. Se considera como un doblez cada ocasión en que el alambre inicialmente recto forme un ángulo de 90° y vuelva a su posición original.

005.B.03.d Tolerancias dimensionales

1. Alambres. Las dimensiones del alambre no deben variar más de ± 0.05 mm del diámetro nominal especificado. La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en cualquier sección transversal dada, no debe ser mayor de 0.05 milímetros.

2. Torones. La tolerancia en el diámetro nominal para torones del Grado 176 es de ± 0.41 mm y para el Grado 190 + 0.66 a − 0.15 mm, medidas en la corona del torón. El diámetro del alambre central de cualquier torón debe ser mayor que el diámetro de cualquier alambre exterior de acuerdo con lo establecido en la tabla 005-8.

005.B.03.e Requisitos de acabado

1. Acabado en los alambres

   1.1 Curvatura. El alambre debe ser autodesenrrollable. Cuando una muestra de 5 o 7 mm de diámetro y 5 m de longitud se coloque libremente sobre una superficie plana, la flecha que se forme no debe ser mayor de 20 centímetros.

   1.2 Anclaje de botón. El alambre que vaya a usarse en anclajes de tipo botón, debe ser de calidad conveniente para permitir la formación, en frío, de botones de anclaje. El agrietamiento longitudinal no se considera como una causa para rechazar el material, si el anclaje de botón es capaz de desarrollar la resistencia total del alambre. El agrietamiento transversal puede ser causa de rechazo.

   1.3 El alambre terminado no debe llevar soldadura o juntas. Se deben eliminar todas las soldaduras o uniones que se hubieran efectuado, para facilitar el proceso de fabricación. El alambre no debe tener "cocas".

   1.4 El alambre no debe estar aceitado ni engrasado; una ligera oxidación que no se presente en forma de picaduras visibles a simple vista, no debe ser motivo de rechazo del material. Los colores de temple que puedan resultar de las operaciones del tratamiento térmico, se deben considerar como normales respecto a la apariencia del alambre terminado.

2. Condiciones de acabado en los torones

   2.1 Los torones deben tener un diáemtro uniforme, no presentar defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación.

   2.2 No se permitirá que los torones estén aceitados o engrasados. Una ligera oxidación que no haya causado picaduras visibles a simple vista, no debe ser motivo de rechazo.

005.B.03.f Identificación. Cada carrete o rollo debe llevar una etiqueta resistente, firmemente adherida, en la que se indique la longitud, número de carrete, tamaño nominal y nombre o marca del fabricante.

005.B.03.g Empacado y embalaje

1. Alambres. El alambre de diámetro de 5 o 7 mm se debe proporcionar en rollos firmemente atados, que tengan un diámetro mínimo interior de 122 cm. Cada rrollo debe estar formado por un tramo continuo. El alambre de 2 mm debe suministrarse firmemente atado, pero el diámetro mínimo interior debe ser el normal del último paso del proceso de estirado (50 a 65 cm de diámetro).

2. Torones. Los torones deben entregarse en carretes o rollos compactos, que tengan un diámetro de corazón mínimo de 60 cm. Las longitudes contenidas en los carretes o en rollos deben estar marcadas debidamente conforme a los términos del pedido. Los torones deben protegerse contra perjuicios mecánicos durante su manejo y embarque.

005.B.03.h Muestreo

1. Alambre. Se debe tomar una muestra de cada 1000 kg de alambre o fracción, en un lote, para verificar que se cumplan los requisitos especificados para el alambre. El lote comprende los rollos de alambre del mismo diámetro nominal, contenidos en un embarque o pedido individual.

Tabla 005-4. Requisitos químicos

Elemento	Composición, en porcentaje	Tolerancias arriba del límite superior y abajo del límite inferior, en porcentaje
Carbono	0.72 a 0.93	0.04
Manganeso	0.40 a 1.10	0.06
Fósforo	0.040 máximo	0.008
Azufre	0.050 máximo	0.008
Silicio	0.10 a 0.35	0.02

Tabla 005-5. Requisitos de tensión y alargamiento para el alambre

Diámetro, en mm	Límite de fluencia, mínima en MPa (kg/mm^2)	Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/mm^2)	Alargamiento a la ruptura, mínimo, en porcentaje	Longitud calibrada para prueba de alargamiento, en mm
2.0	1726 (176)	2157 (220)	4.0	20
5.0	1373 (140)	1716 (175)	3.5	180
7.0	1294 (132)	1618 (165)	3.5	250

Tabla 005-6. Requisitos de resistencia del torón

Diámetro nominal		Area nominal del acero, en mm^2	Peso nominal, en N/m (kg/m)	Resistencia a la ruptura, mínima en kN (kg)	Carga de resistencia a la fluencia, en kN (kg) *	
pulg.	mm				Carga inicial	Carga mínima para alargamiento del 1%
Grado 176						
1/4	6.3	23.23	1.78 (0.182)	40 (4080)	4 (408)	34 (3470)
5/16	7.9	37.42	2.87 (0.293)	65 (6580)	6.5 (658)	54.7 (5579)
3/8	9.5	51.61	3.97 (0.405)	89 (9070)	8.9 (907)	75.6 (7709)
7/16	11.1	69.68	4.47 (0.456)	120.1 (12 250)	12 (1225)	102.3 (10 433)
1/2	12.7	92.90	7.15 (0.729)	160.1 (16 330)	16 (1633)	136.1 (13 880)
Grado 190						
3/8	9.5	54.84	4.24 (0.432)	102.3 (10 433)	10.2 (1043)	87 (8867)
7/16	11.1	79.19	5.69 (0.580)	137.9 (14 060)	13.8 (1406)	117.2 (11 952)
1/2	12.7	98.71	7.59 (0.774)	183.4 (18 730)	18.4 (1873)	156.1 (15 921)

* La carga mínima en el límite de fluencia para todos los torones, determinada por el método de deformación especifica da bajo carga, y considerando una deformación del 1 por ciento, no debe ser menor de 85 por ciento de la resistencia de ruptura mínima especificada.

Tabla 005-7. Requisitos de doblado

Diámetro, en mm	Número de dobleces que debe soportar por plano	Diámetro del mandril, en mm
2	5	10
5	5	30
7	5	40

Tabla 005-8. Relación entre los diámetros de los alambres centrales y los exteriores

Diámetro nominal		Diferencia mínima entre el diámetro del alambre central y el de cualquier alambre exterior, en mm
pulg.	mm	
Grado 176		
1/4	6.3	0.025
5/16	7.9	0.038
3/8	9.5	0.051
7/16	11.1	0.064
1/2	12.7	0.076
Grado 190		
3/8	9.5	0.051
7/16	11.1	0.064
1/2	12.7	0.076

2. Torones. Se debe tomar una muestra de cada carrete de torón terminado. Los especímenes de prueba se deben cortar de la parte exterior de los carretes o en cualquiera de los extremos de los rollos del torón. Cualquier espécimen en el que se encuentre una junta de alambre, se debe descartar y obtener un nuevo espécimen.

005.B.03.i Salvo que el proyecto autorice cambios en los requerimientos y tolerancias contenidas en esta especificación, el acero para concreto presforzado deberá satisfacer los requisitos especificados para poder proceder a su utilización.

005.C ACERO ESTRUCTURAL

005.C.01 DESCRIPCION

El acero estructural empleado en construcciones de puentes, edificios y para fines estructurales en gegeneral, cuya designación se refiera a las normas NOM B-254 (ASTM A-36), NOM B-38 (ASTM A-7), NOM B-282 (ASTM A-242), NOM B-284 (ASTM A-441), NOM B-285 (ASTM A-440) y NOM B-99 (ASTM A-529), deberá cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 5.30.2, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

005.D LAMINAS DE ACERO AL CARBONO

005.D.01 DESCRIPCION

005.D.01.a Lámina laminada en caliente. Producto plano de acero, obtenido por laminación en caliente de lingotes y planchones, en un molino continuo, hasta alcanzar el espesor y el ancho requeridos; puede entregarse en rollo o en hoja y cortada a una longitud específica.

005.D.01.b Lámina laminada en frío. Producto plano de acero que se fabrica a partir de rollos laminados en caliente decapados y aceitados, los cuales se reducen en frío al espesor deseado. Esta reducción en frío va seguida de un tratamiento térmico de recocido

para lograr la regeneración de la estructura granular. Si no se le da a la lámina un tratamiento térmico de recocido después de la reducción en frío, tiene una dureza mínima Rockwell B de 84 y podrá usarse en donde no se requiera ductilidad ni plasticidad.

005.D.01.c Las láminas de acero al carbono se clasifican en:

1. Lámina laminada en caliente para uso estructural, en clases A, B, C, D y E.
2. Lámina laminada en frío para uso estructural, en clases A, B, C, D y E.
3. Lámina laminada en frío para uso común, en una sola clase.

005.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Lámina de acero al carbono laminada en frío, para uso común	NOM B-28
Método de prueba para doblado de acero	NOM B-113
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Prueba de impacto tipo Charpy para acero	NOM B-120
Cribas de laboratorio para clasificación de materiales granulares. Especificaciones	NOM B-231
Requisitos generales para lámina laminada en caliente y en frío, de acero al carbono y de acero de baja aleación y alta resistencia	NOM B-266
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NOM B-310
Lámina laminada en caliente de acero al carbono, para uso estructural	NOM B-347
Lámina laminada en frío de acero al carbono, para uso estructural	NOM B-348

005.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.D.03.a Requisitos químicos. El acero de las láminas deberá cumplir con los requisitos químicos establecidos en la tabla 005-9.

005.D.03.b Requisitos de tensión. Las láminas para uso estructural deberán cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 005-10 y 005-11.

005.D.03.c Requisitos de doblado. La probeta para la prueba de doblado debe resistir un doblez de 180° a la temperatura ambiente, en cualquier dirección, sin agrietarse en la parte exterior de la porción doblada. En la tabla 005-12 se indica la relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta, que es aplicable a las láminas para usos estructurales.

005.D.03.d Las dimensiones y tolerancias deberán ser las correspondientes para cada caso, de acuerdo con los requisitos generales establecidos en la norma NOM B-266.

Tabla 005-9. Requisitos químicos de las láminas de acero al carbono

Elemento	Laminado en caliente, uso estructural		Laminado en frío, uso estructural		Laminado en frío, uso común
Clase	A, B, C	D y E	A, B, C y E	D	
Carbono, porcentaje máximo	0.25	0.25	0.20	0.20	0.15
Manganeso, porcentaje máximo	0.25 a 0.60	0.60 a 0.90	0.60	0.90	0.60
Fósforo, porcentaje máximo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.035
Azufre, porcentaje máximo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.040
Cobre, porcentaje mínimo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Tabla 005-10. Requisitos de tensión (lámina laminada en frío)

Clase	Límite de fluencia mínimo, en MPa (kg/cm^2)	Resistencia a la tensión mínima, en MPa (kg/cm^2)	Alargamiento en 50.0 mm, mínimo en porcentaje
A	177 (1800)	294 (3000)	26
B	206 (2100)	314 (3200)	24
C	226 (2300)	333 (3400)	22
D	275 (2800)	363 (3700)	20
E	549 (5600)	569 (5800)	--

Tabla 005-11. Requisitos de tensión (lámina laminada en caliente)

Clase	A	B	C	D	E
Resistencia a la tensión máxima, en MPa (kg/cm^2)	314 (3200)	333 (3400)	353 (3600)	382 (3900)	402 (4100)
Límite de fluencia mínimo, en MPa (kg/cm^2)	177 (1800)	206 (2100)	226 (2300)	275 (2800)	294 (3000)
Alargamiento en 50 mm, mínimo en porcentaje, para los espesores siguientes:					
De 1.219 a 4.7 mm	23.0	21.0	18.0	15.0	13.0
Alargamiento en 200 mm, mínimo en porcentaje, para los espesores siguientes:					
De 1.219 a 3.42 mm	18.0	17.0	16.0	14.0	12.0

Tabla 005-12. Requisitos para la prueba de doblado

Clase	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
A	0
B	1
C	1.5
D	2
E	2.5*

* No es aplicable la prueba de doblado para la lámina en frío de la clase E

005.D.03.e Acabado. La hoja deberá tener buena apariencia y sin defectos perjudiciales al uso final de acuerdo con la clase y la calidad ordenada, según la norma NOM B-266. El acabado podrá ser aceitado o sin aceitar para las láminas en caliente, y mate, semibrillante y brillante para las laminadas en frío, con o sin aceitado.

005.D.03.f Marcado. El material debe identificarse con los siguientes datos: nombre del fabricante, número de la norma, requisitos especiales, nombre del producto, cantidad en kilogramos o número de piezas, acabado, condición de aceitado o sin aceitar, dimensiones y peso máximo.

005.D.03.g Muestreo y aceptación

1. Composición química. Se deberá hacer un análisis de cada colada.

2. Requisitos mecánicos. Se deben hacer dos pruebas de tensión y dos de doblado de cada colada, o de cada lote de cincuenta toneladas o mayor. Cuando la cantidad es menor de cincuenta toneladas se deberá hacer una prueba de tensión y una de doblado.

3. Repetición de pruebas. Si falla una prueba, deberán hacerse dos pruebas adicionales en probetas extraídas del mismo lote. En caso de que ambas pruebas no cumplan con los requisitos especificados, el lote deberá ser rechazado.

005.E LAMINAS DE ACERO AL CARBONO GALVANIZADAS

005.E.01 DESCRIPCION

005.E.01.a Lámina galvanizada. Es la que está cubierta en ambas caras por una capa de zinc, por el proceso de inmersión en caliente, excepto la lámina galvanizada con recubrimiento diferencial que se caracteriza por tener sólo una de sus caras con recubrimiento de zinc.

005.E.01.B La lámina galvanizada se clasifica como sigue:

1. Por la cantidad de recubrimiento de zinc: 717, 640, 564, 503, 427, 351, 275 comercial, comercial ligero y ligero.

2. Por el tipo de acabado, según el tratamiento o recubrimiento del mismo, como se indica a continuación:

   CN Lámina galvanizada con cristales normales

   TP Lámina galvanizada con tratamiento para pintado

   TQ Lámina galvanizada con tratamiento químico

   A Lámina galvanizada aceitada

005.E.01.c Las normas aplicables a las láminas galvanizadas, de acuerdo con el uso, serán las siguientes:

Norma NOM (Designación ASTM)	Aplicaciones	Tipo o clase
B-9 (A-526)	Uso general (operaciones de doblado y formado moderado)	
B-60 (A-361)	Techados y cubiertas laterales, bardas, etc.	Acanaladas (rectangulares y onduladas)
B.66 (A-446)	Usos estructurales	A, B, C, D y F
B-71 (A-528)	Para embutido	LE, LEC
B-74 (A-444)	Para alcantarillas y drenajes	

002.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso general	NOM B-9
Requisitos generales para lámina de acero galvanizada por el proceso de inmersión en caliente	NOM B-55
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, acanalada	NOM B-60
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso estructural	NOM B-66
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para alcantarillas y drenajes	NOM B-74
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Método de prueba para determinar el peso del recubrimiento en artículos de hierro o acero galvanizado	NOM B-319

005.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.E.03.a Requisitos químicos. El metal base de las láminas deberá cumplir con los requisitos químicos establecidos en la tabla 005-13.

005.E.03.b Requisitos para recubrimiento de zinc. El peso de zinc en ambos lados de la lámina, expresado en g/m^2, excepto en el caso de la lámina con recubrimiento diferencial, debe ser el especificado en la tabla 005-14.

005.E.03.c Requisitos de doblado para el recubrimiento de zinc. Las probetas de las láminas deben soportar un doblez a 180°, en cualquier dirección y a la temperatura ambiente, sin que se desprenda el recubrimiento en la parte exterior de la porción doblada.

1. El diámetro del mandril sobre el que se debe efectuar la prueba de doblado, en función del espesor de lámina recubierta, debe ser el indicado en la tabla 005-15, para las normas NOM B-9, B-60, B-71 y B-74.

2. La prueba de doblado para el metal base de la lámina galvanizada para uso estructural de la norma NOM B-66, deberá satisfacer los requisitos de la tabla 005-16. Para la prueba de doblado en la lámina galvanizada, la relación del diámetro de doblado al espesor de la probeta en función de la clase de recubrimiento será el indicado en la tabla 005-17. Los desprendimientos del recubrimiento en esta prueba que se presenten dentro de 6 mm de la orilla de la probeta, no deben ser causa de rechazo.

Tabla 005-13. Composición química

Norma NOM (designación ASTM)	Tipo o clase	Carbono, porcentaje máx.	Manganeso, porcentaje máx.	Fósforo, porcentaje máx.	Azufre, porcentaje máx.	Cobre, porcentaje máx.
B-9 (A-526)	-	0.15	0.60	0.035	0.040	0.20
B-60 (A-361)	Todos	-	-	-	-	0.18
B-66 (A-446)	A	0.20	-	0.04	0.04	0.20
	B	0.20	-	0.10	0.04	0.20
	C	0.25	-	0.10	0.04	0.20
	D	0.40	-	0.20	0.04	0.20
	E	0.20	-	0.04	0.04	0.20
	F	0.50	0	0.04	0.04	0.20
B-71 (A-528)	Todos	0.10	0.50	0.025	0.035	-
B-74 (A-444)	-	-	-	0.015	0.04	0.20

Tabla 005-14. Peso del recubrimiento de zinc (total en las dos superficies de la lámina)

Tipo de recubrimiento	Cantidad mínima, en g/m^2	
	Promedio en 3 probetas	En cualquier determinación
717	717	610
640	640	549
564	564	488
503	503	427
427	427	366
351	351	305
275 comercial	275	244
Comercial ligero	183	152
Ligero	-	-

Tabla 005-15. Relación del diámetro del mandril al espesor de las láminas galvanizadas, en la prueba de doblado

Tipo de recubrimiento	Espesor de la lámina galvanizada, en mm		
	0.33 a 0.97	0.97 a 1.90	1.90 a 4.46
	Número de veces el espesor de la lámina		
717	2	3	3
640	2	2	2
564	2	2	2
503	2	2	2
427	1	1	2
351	0	0	1
275 comercial	0	0	1
Comercial ligero	0	0	0
Ligero	0	0	0

NOTA: 0 Que se dobla sobre sí mismo

Tabla 005-16. Prueba de doblado para el metal base (Para uso estructural)

Clase (Norma NOM B-66)	Relación del radio de doblado al espesor de la probeta
A	1.5
B	2
C	2.5
D	No especificado
E	No especificado
F	No especificado

Tabla 005-17. Prueba de doblado para lámina galvanizada (Para uso estructural)

Tipo de recubrimiento	Relación del diámetro de doblado al espesor de la probeta		
	Clase A	Clase B	Clase C
717	3	3	3
640	2	2	2.5
564	2	2	2.5
503	2	2	2.5
427	2	2	2.5
351	1.5	2	2.5
275 comercial	1.5	2	2.5
Comercial ligero	1.5	2	2.5
Ligero	1.5	2	2.5

3. Las probetas para la prueba de doblado deben cortarse como mínimo a una distancia de 50 mm de la orilla de la lámina de prueba y deben ser de 50 a 100 mm de ancho.

005.E.03.d Requisitos de tensión. El metal base de las láminas galvanizadas deberá cumplir con los requisitos de tensión establecidos en la tabla 005-18, para las láminas con designación NOM B-66 y B-74.

005.E.03.e Dimensiones y tolerancias

1. La lámina galvanizada de la designación NOM B-9 se suministra en espesores de 0.358 a 3.47 mm; el espesor de la lámina incluye el metal base y el recubrimiento. Los largos comerciales son: 1.83, 2.44, 3.05 y 3.66 m. Las tolerancias deberán ser las indicadas en la norma NOM B-55.

2. La lámina galvanizada de la designación NOM B-66 tiene los espesores siguientes: acanalados rectangulares de 0.378 a 0.911 mm y acanalados ondulados de 0.378 a 1.518 mm. Los largos comerciales son: 1.83, 2.44, 3.05 y 3.66 m. Las tolerancias deberán ser las indicadas en la norma NOM B-55.

3. Para la lámina galvanizada de la designación NOM B-66, las tolerancias y dimensiones deberán sujetarse a los requisitos establecidos en la norma NOM B-55, excepto para las tolerancias en las desviaciones con respecto a una superficie plana horizontal, de las láminas para usos estructurales, que deberán sujetarse a los requisitos establecidos en la tabla 005-19.

4. En las láminas de la designación NOM B-71, las longitudes comerciales son de 1.83, 2.44, 3.05 y 3.66 m, con las tolerancias indicadas en la norma NOM B-55.

5. Para la lámina galvanizada de la designación NOM B-74, los requisitos serán los siguientes:

   5.1 La lámina tendrá los espesores indicados en la tabla 005-20.

   5.2 La lámina acanalada deberá tener las dimensiones de los canales indicados en la tabla 005-21. El radio de curvatura del canal deberá ser como mínimo la mitad de la profundidad del canal.

   5.3 Las tolerancias en ancho, largo y flecha para la lámina lisa deberán ser las indicadas en la norma NOM B-55.

   5.4 El poder cubriente (ancho) de la lámina acanalada y sus tolerancias se indican en la tabla 005-22. El poder cubriente es la distancia entre las crestas de los extremos de la lámina.

Tabla 005-18. Requisitos de tensión

Concepto	Lámina B-74	Lámina B-66					
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
Límite de fluencia mínimo, en MPa (kg/cm^2)	226 (2 300)	226 (2 300)	255 (2 600)	275 (2 800)	343 (3 500)	549 (5 600)	343 (3 500)
Resistencia a la tensión mínima, en MPa (kg/cm^2)	304 (3 100)	304 (3 100)	353 (3 600)	382 (3 900)	451 (4 600)	569 (5 800)	481 (4 900)
Alargamiento en probeta de 50 mm de longitud calibrada, mínimo en porcentaje	20	20	18	16	12	-	12

Tabla 005-19. Tolerancia con respecto a una superficie plana horizontal

Espesor, en mm	Ancho, en mm	Tolerancias en la desviación máxima de la superficie horizontal, en mm
Menor de 1.53	Más de 910, hasta 1 520	19
	Más de 1 520 hasta 1 830	25
Hasta 1.53	Hasta 910	12.7
Hasta 1.54	Hasta 1 520	12.7
Más de 1.54	Más de 1 520, hasta 1 830	19

Tabla 005-20. Espesor de la lámina

Espesor especificado, en mm	Espesor mínimo, en mm
1.32	1.17
1.63	1.45
2.01	1.83
2.77	2.57
3.51	3.28
4.27	4.04

005.E.03.f Empaque y marcado. La lámina se puede suministrar en paquetes o rollos, los cuales deben llevar una tarjeta firmemente adherida, con los siguientes datos: nombre o marca del fabricante, número de la norma, cantidad en kilogramos o número de hojas, dimensiones, tipo de recubrimiento y acabado.

005.E.03.g Muestreo

1. Análisis químico. Se debe efectuar un análisis químico de cada colada de acero.

2. Se deben efectuar dos pruebas de tensión, y dos pruebas de doblado del metal base en probetas de material terminado por cada colada. En coladas menores de 50 000 kg se debe efectuar una prueba de tensión y una de doblado. Cuando la lámina de una misma colada difiera en 1.27 mm o más en espesor, debe efectuarse una prueba de tensión y una de doblado, para el espesor más delgado y otra para el espesor más grueso, independientemente del peso representado.

005.E.03.h Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requerimientos y tolerancias contenidas en esta especificación, las láminas de acero al carbono galvanizadas deberán satisfacer los requisitos especificados antes de proceder a su utilización.

005.F ALAMBRE DE ACERO PARA MALLAS SOLDADAS

005.F.01 DESCRIPCION

005.F.01.a El alambre de acero estirado en frío se utiliza para refuerzo de concreto, como tal, o en forma de malla. El proceso de fabricación del alambre de acero se obtiene por horno de hogar abierto, horno eléctrico o básico al oxígeno.

005.F.01.b Malla soldada de alambre de acero. Es un material compuesto por una serie de alambres de acero estirados en frío, longitudinales y transversales, colocados formando ángulos rectos entre sí y soldados por el proceso de soldadura eléctrica, en todos los puntos de intersección.

005.F.01.c La designación del alambre estirado en frío debe hacerse de acuerdo con su número de calibre tal y como se indica en la tabla 005-23.

005.F.01.d El tipo comercial de la malla soldada de alambre de acero podrá ser alguno de los siguientes:

$4^a \times 4^b - 4^c/4^d$	$6 \times 6 - 4/4$	$8 \times 8 - 4/4$
$4 \times 4 - 6/6$	$6 \times 6 - 6/6$	$8 \times 8 - 6/6$
$4 \times 4 - 8/8$	$6 \times 6 - 8/8$	$8 \times 8 - 8/8$
$4 \times 4 - 10/10$	$6 \times 6 - 10/10$	$8 \times 8 - 10/10$
$4 \times 4 - 12/12$	$6 \times 6 - 12/12$	

[a] Espaciamiento en sentido longitudinal

[b] Espaciamiento en sentido transversal

[c] Calibre del alambre longitudinal

[d] Calibre del alambre transversal

Tabla 005-21. Dimensiones y tolerancias de los canales

Dimensiones, en mm		Tolerancias, en mm	
Paso	Profundidad	Paso máximo	Profundidad
68	12.7	69.9	5% máxima de la especificada
76	25.4	82.6	

005.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de pruebas mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Malla soldada de alambre de acero, para refuerzo de concreto	NOM B-290
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NOM B-310

Tabla 005-22. Tolerancia en ancho para lámina acanalada

Poder cubriente, en mm		Tolerancias, en mm
Más de	Hasta	
-	610	± 6.4
610	910	± 9.5
910	1 220	±12.7

Tabla 005-23. Designación para alambre de acero

Número de calibre 0	Diámetro nominal, en mm 7.79	Area, nominal, en mm^2
0	7.79	47.60
1	7.19	40.60
2	6.67	35.00
3	6.19	30.07
4	5.72	25.70
5	5.26	21.72
6	4.88	18.70
7	4.50	15.90
8	4.12	16.97
9	3.77	11.16
10	3.43	9.23
11	3.06	7.35
12	2.68	5.64

005.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.F.03.a El alambre deberá cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 005-24.

005.F.03.b Requisitos mecánicos de la malla soldada. Para asegurar una adecuada resistencia al corte de la soldadura, se deberán efectuar pruebas según la norma NOM B-290; el valor promedio mínimo de la fuerza cortante en N (kg) no deberá ser inferior al valor que resulte de multiplicar 245 MPa (25 kg/mm^2) por el área del alambre transversal tenga un diámetro mayor que el calibre No. 10 (3.43 mm) y que la diferencia entre los calibres de los alambres longitudinales y transversales no exceda de cuatro números.

005.F.03.c Requisitos dimensionales

1. Los calibres, espaciamiento, arreglo de los alambres y dimensiones de las mallas terminadas, ya sea en forma de hoja o rollo, deberán ser los indicados por el proyecto.

2. El ancho de la malla debe considerarse como la distancia de centro a centro entre los alambres exteriores longitudinales. La tolerancia en el ancho es de 13 mm del ancho especificado. Los alambres transversales no deben sobresalir en más de 25 mm medidos a partir de los ejes de los alambres longitudinales de las orillas.
3. Tolerancia en el diámetro del alambre. La tolerancia en el diámetro es de 3 por ciento del diámetro nominal especificado. La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en cualquier sección transversal dada, no debe ser mayor que cinco por ciento.

4. Espaciamiento. El espaciamiento promedio de los alambres en la malla debe ser tal, que el número total de alambres contenidos en una hoja o rollo, sea igual o mayor que el determinado por el espaciamiento especificado, pero la distancia de centro a centro entre los miembros individuales, no debe variar en más de 6.5 mm del espaciamiento especificado.

5. La longitud total de la hoja plano o rollo, medida sobre cualquier alambre, puede variar $\pm$ 25 mm o 1 por ciento de la longitud especificada, lo que sea mayor. En caso de que se especifique el ancho de las hojas planas o rollos, éste no debe variar en más de $\pm$ 25 mm del especificado.

Tabla 005-24. Requisitos del alambre

Requisitos de tensión	Valor especificado
Resistencia a la tensión, mínima en MPa (kg/mm^2)	559 (57)
Límite de fluencia, mínimo en MPa (kg/mm^2)	490 (50)
Reducción de área, máximo en porcentaje	30
Requisitos de doblado	**Ensaye de doblado**
Doblado en frío a 180°, en diámetros del alambre	
8 mm y menores	Doblado sobre un mandril de diámetro igual al de la probeta
Mayores de 8 mm	Doblado sobre un mandril de diámetro igual al doble del diámetro de la probeta

005.F.03.d Acabado. El alambre debe estar libre de defectos perjudiciales y tener un acabado compatible. El óxido, grietas de superficie o irregularidades superficiales del alambre que no está destinado a la fabricación de mallas no deben ser causa de rechazo, siempre y cuando se cumpla con las tolerancias establecidas en dimensiones en el inciso anterior y en las propiedades físicas especificadas en la tabla 005-24, determinadas sobre una probeta limpiada a mano con cepillo de alambre.

005.F.03.e Marcado y embalaje

1. Cada atado de hojas planas y cada rollo (de alambre o malla) debe llevar una tarjeta firmemente sujeta conteniendo los siguientes datos: nombre del fabricante, nombre del material, calibre de alambres, espaciamiento entre alambres y ancho de la malla.
2. Cuando la malla se suministre en hojas planas, se deben hacer atados de tamaño conveniente que no contengan más de 150 hojas y que estén firmemente sujetas.
3. Cuando la malla se suministre en rollos, cada rollo debe estar sujeto de tal manera que evite su desenrollamiento durante el embarque y manejo.

005.F.03.f Muestreo

1. Se debe efectuar una prueba de tensión y otra de doblado por cada diez toneladas o fracción de cada dimensión de alambre.
2. Se debe efectuar una prueba de resistencia al corte de la soldadura por cada 7000 m^2 o fracción de malla del mismo tipo.

005.F.03.g Requisitos de aceptación

1. En caso de que un espécimen no cumpla con los requisitos de tensión o doblado, se tomarán dos especímenes adicionales de alambre para su ensaye. Se considerará que el material cumple con los requisitos de tensión y doblado, cuando el promedio de tres especímenes sea cuando menos igual al mínimo especificado, siempre que en ninguno de los especímenes ensayados sea inferior al 80 por ciento del especificado.
2. Las uniones soldadas deben soportar las operaciones normales de manejo y embarque sin desprenderse. Se acepta que las soldaduras desprendidas no excedan del uno por ciento del número total de uniones.
3. En caso de que no cumplan los requisitos de resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura, se deben tomar cuatro especímenes adicionales de cuatro diferentes hojas o rollos, y el promedio de todas las pruebas deberá ser igual o mayor que el especificado. Si no cumple, el lote deberá ser rechazado.
4. Las oxidaciones, escamas superficiales, o las irregularidades no serán causa de rechazo, siempre y cuando los requisitos dimensionales y las propiedades de tensión del alambre cumplan con los requisitos de esta especificación.

005.G ALAMBRE DE PUAS DE FIERRO O ACERO GALVANIZADO

005.G.01 DESCRIPCION

005.G.01.a Alambre de púas. Material compuesto de dos hilos, de alambre de fierro o acero galvanizado (galvanizado antes de su fabricación), retorcidos entre sí formando una unidad y entre los cuales se encuentran entreverados segmentos de un tercer hilo, de diámetro menor, espaciados convenientemente para formar una especie de nudos. Los extremos de estos segmentos se dejan aguzados y salientes con relación al conjunto.

005.G.01.b El alambre de púas se utiliza en cercas para delimitaciones de propiedades, y en general todo aquello en que se necesite limitación y protección.

005.G.01.c De acuerdo con el galvanizado, los alambres de púas pueden ser de las clases 1, 2 o 3.

005.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Alambre de hierro o acero revestido de zinc, galvanizado	NOM B-15
Alambre de púas de hierro o acero galvanizado	NOM B-22
Método de prueba para la determinación de la uniformidad del recubrimiento de zinc, en artículos de fierro o acero galvanizado	NOM B-317
Método de prueba para determinar el peso del recubrimiento en artículos de fierro o acero galvanizado	NOM B-319

005.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.G.03.a Requisitos físicos

1. Los diámetros nominales y los calibres usuales de los alambres de púas son los establecidos en la tabla 005-25.
2. El peso y uniformidad del revestimiento, de galvanizado, para los diferentes calibres de alambre y para los torones de alambre de púas, deberá ser de acuerdo con lo establecido en las tablas 005-26 y 005-27.
3. Adherencia. El revestimiento de zinc no sufrirá deterioro al retorcerlo durante el proceso de fabricación.

Tabla 005-25. Requisitos físicos del alambre de acero

Calibre del alambre de acero	Diámetro nominal del alambre galvanizado, en mm	Forma de las púas	Calibre de las púas No.	Número de púas	Especiamiento entre púas, en mm
No. 12.5	2.51	Redondas	14	2	102
No. 12.5	2.51	De media caña	12.5	4	127
No. 12.5	2.51	Redondas	14	4	127
No. 12.5	2.51	Planas	12.5	2	102
No. 14	2.03	Redondas	16	2	102

Tabla 005-26. Requisitos físicos del alambre de acero

Calibre del alambre de acero	Diámetro nominal del alambre galvanizado, en mm	Peso mínimo del recubrimiento, en g/dm^2 de superficie por cubrir		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
No. 12	2.67	0.91	1.52	2.43
No. 12.5	2.51	0.91	1.52	2.43
No. 14	2.03	0.76	1.37	1.98

Tabla 005-27. Requisitos físicos del alambre de acero

Calibre del alambre de acero	Número mínimo de inmersiones		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
No. 12	1.5	2	4
No. 12.5	1.5	2	3
No. 14	1	1.5	2

005.G.03.b Requisitos químicos. El metal base para el alambre de púas deberá ser alambre de hierro o acero de una buena calidad comercial. Si se especifica una aleación de cobre para el metal base, el contenido de cobre deberá cumplir con lo siguiente:

	Porcentaje mínimo de cobre
Análisis de cucharón:	0.20
Análisis de comprobación:	0.18

005.G.03.c Tolerancias. Las tolerancias permisibles serán las siguientes:

1. El diámetro del alambre tendrá una tolerancia de $\pm$ 0.10 mm.

2. Las variaciones tolerables del diámetro nominal del alambre de púas deberán ser de $\pm$ 0.13 mm.

005.G.03.d Empaque. El alambre de púas se empacará en carretes y deberá ser enrollado de manera compacta y sujetarse en forma conveniente.

005.G.03.e Identifición. Cada carrete de alambre de púas deberá llevar una marca legible en la que se consigne lo siguiente: tipo de alambre de púas, clase de galvanizado, nombre del fabricante y clasificación.

005.G.03.f Muestreo. Las muestras de alambre se elegirán de acuerdo con lo siguiente:

1. Para objeto de las pruebas se tomará al azar un carrete o fracción del lote completo.

2. Deberá cortarse suficiente longitud del alambre de púas de un solo carrete para efectuar las pruebas mencionadas en esta especificación.

005.G.03.g Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida por el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de pruebas, de las cuales el mínimo serán tres; la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.H MALLA DE ALAMBRE PARA CERCADOS

005.H.01 DESCRIPCION

005.H.01.a Malla de alambre. Material compuesto de alambre de fierro o acero galvanizado (galvanizado antes de su fabricación), empleado para cercas o límites de derecho de vía.

005.H.01.b De acuerdo con el tipo de galvanizado, la malla de alambre puede ser de las clases 1, 2 o 3.

005.H.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pruebas químicas, alambre de hierro o acero revestido de zinc (galvanizado)	NOM B-15
Método de prueba para la determinación de la uniformidad del recubrimiento de zinc, en artículos de fierro o acero galvanizado	NOM B-317
Método de prueba para determinar el peso del recubrimiento en artículos de fierro o acero galvanizado	NOM B-319
Tela de alambre para cercados	DDF, Libro 5, Parte 1, 5.41.1
Tela de alambre de fierro o acero galvanizado	SCT, Cap. 11, Tomo VIII

005.H.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.H.03.a Requisitos físicos

1. Los tipos y dimensiones de las mallas serán de acuerdo con lo que indique el proyecto y el Representante.

2. Los diámetros nominales, calibres, peso y uniformidad del revestimiento de los diferentes calibres de alambre usados en la malla, deberán cumplir con lo establecido en las tablas 005-28 y 005-29.

005.H.03.b Requisitos químicos. El metal base para el alambre con que se haga la malla, será fierro o acero de buena calidad comercial. Si se especifica una aleación de cobre, el contenido de éste deberá cumplir con lo siguiente:

	Porcentaje mínimo de cobre
Análisis de cucharón	0.20
Análisis de comprobación	0.18

Tabla 005-28. Requisitos físicos

Calibre del alambre de acero	Diámetro nominal del alambre galvanizado, en mm	Peso mínimo del recubrimiento en g/dm^2 de superficie de alambre original		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
No. 7	4.50	1.21	1.82	2.43
No. 9	3.76	1.21	1.82	2.43
No. 10	3.43	0.91	1.52	2.43
No. 11	3.05	0.91	1.52	2.43
No. 12	2.67	0.91	1.52	2.43
No. 12.5	2.51	0.91	1.52	2.43

Tabla 005-29. Requisitos físicos

Calibre del alambre de acero	Número mínimo de inmersiones		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Nos. 7 y 9	2.5	3	4
Nos. 10, 11 y 12	1.5	2	4
No. 12.5	1.5	2	3

005.H.03.c Tolerancias. Las tolerancias del diámetro nominal serán las indicadas en la siguiente tabla:

Calibre de alambre	**Tolerancia, en mm**
Nos. 7, 9, 10, 11 y 12	±0.10
No. 12.5	±0.07

005.H.03.d Empaque. La malla de alambre deberá ser enrollada de manera compacta y sujetarse convenientemente.

005.H.03.e Identificación. Todos los rollos de malla de alambre llevarán una marca legible en la que se consigne el tipo de malla, clase de recubrimiento, dimensiones, nombre del fabricante y clasificación.

005.H.03.f Muestreo. Los especímenes de prueba deberán elegirse de la siguiente manera:

1. Se tomará al azar uno de cada 50 rollos de malla de alambre o fracción del lote completo.
2. Deberá cortarse suficiente longitud de la malla de un extremo del rollo que incluya tres alambres verticales sucesivos. Los especímenes de prueba de los alambres horizontales se tomarán de la zona comprendida en los tres alambres verticales. Los especímenes de alambre verticales serán dos de los tres incluidos en la muestra.

005.H.03.g Aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante modifiquen los requisitos, pruebas y muestreos contenidos en esta especificación, las mallas de alambre podrán ser rechazadas a juicio del Representante si al efectuar las pruebas enunciadas en la tabla de referencia no cumplen con los citados requisitos.

005.I.01.b Los clavos cilíndricos pueden ser de dos tipos, con un solo grado de calidad cada uno:

005.I CLAVOS CILINDRICOS

005.I.01 DESCRIPCION

005.I.01.a Se entiende por clavo una pieza fabricada con alambre de acero, de longitud y diámetro variables, con o sin cabeza y con punta, que sirve para fijar o unir elementos o partes de madera en construcciones en general.

005.I.01.b Los clavos cilíndricos pueden ser de dos tipos, con un solo grado de calidad cada uno:

Tipo A. Clavo con cabeza

Tipo B. Clavo sin cabeza, con un extremo ligeramente ensanchado, que la sustituye.

005.I.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	**REFERENCIA**
Alambre de acero para usos generales	NOM B-13
Clavos cilíndricos	NOM B-47

005.I.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.I.03.a Los requisitos físicos y químicos del alambre de acero con que esté hecho el clavo, serán los establecidos en la tabla 005-30.

Tabla 005-30. Clavos cilíndricos

Requisitos químicos	
Carbono, en porcentaje	0.13 a 0.18
Manganeso, en procentaje	0.33 a 0.43
Azufre, en porcentaje máximo	0.06
Fósforo, en porcentaje máximo	0.04
Requisitos físicos	
Esfuerzo a la ruptura, en MPa (kg/cm^2)	481 (4 900)

005.I.03.b Dimensiones. Serán las que aparecen en las tablas 005-31 a la 005-39.

Tabla 005-31. Clavo de alambre estilo grueso (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
203.00	10	7.8
178.00	14	7.2
152.00	10	6.7
140.00	12.5	6.2
127.00	12	5.7
114.00	11.5	5.2
102.00	11	4.9
89.00	10	4.2
76.00	8.5	3.8

Tabla 005-31. Clavo de alambre estilo grueso (tipo A) (continuación)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
63.50	7.5	3.4
51.00	7	3.1
44.50	6.0	2.7
38.00	5.5	2.2

Tabla 005-32. Clavo de alambre estilo delgado (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
152.00	11.5	5.2
140.00	11	4.9
127.00	11	4.9
114.00	10	4.5
102.00	9.5	4.5
89.00	9	3.8
76.00	7.5	3.4
63.50	7	3.1
51.00	6	2.7
44.50	5	2.2
38.00	4.5	2.0
32.00	4	1.8
25.00	4	1.8

Tabla 005-33. Clavo fino con cabeza (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
25	3.5	1.4
22	3.5	1.4
20	3	1.2
15	3	1.2
12	2.5	1.0
10	2.5	1.0

Tabla 005-34. Clavo cabeza de bola (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Altura de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
51	6.5	3.0	3.4
45	6.5	3.0	3.4
38	6.0	2.5	3.1
32	5.0	2.2	2.7
25	4.5	2.0	2.3
19	4.0	1.8	2.3
16	3.5	1.5	2.0
13	3.0	1.2	1.8

Tabla 005-35. Clavos de cabeza ancha para techos de madera (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
76	10	3.1
63.5	9.5	2.7
51	8.5	2.3

Tabla 005-36. Clavo cabeza elástica para techos de lámina (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
76	12	3.7
63.5	12	3.7
51	12	3.7

Tabla 005-37. Clavo de piso, escamado (tipo A)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Angulo del bisel con respecto al plano de la cabeza	Diámetro del cuerpo, en mm
63.5	5.5	60°	3.4
63.5	5.0	60°	3.1
54	5.0	60°	3.1
54	4.5	60°	2.7

Tabla 005-38. Clavos sin cabeza de grueso normal (tipo B)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
76	4.5	3.1
63.5	4.0	2.7
51	3.5	2.3
44.5	3.4	2.2
38	3.0	1.8
32	2.5	1.6
25	2.5	1.6

Tabla 005-39. Clavo fino sin cabeza (tipo B)

Largo, en mm	Diámetro de la cabeza, en mm	Diámetro del cuerpo, en mm
25	2.2	1.4
22	2.2	1.4
20	2.0	1.2
15	2.0	1.2
12	1.4	1.0
10	1.4	1.0
9	1.4	1.0
12	1.2	0.9
10	1.2	0.9
9	1.2	0.9
8	1.2	0.9

005.I.03.c Tolerancias geométricas

1. Será de más o menos cinco por ciento en la cabeza.

2. Longitud total. Para longitudes mayores de 100 mm, ±3 mm. Hasta 100 mm inclusive, ±1.5 mm.

005.I.03.d Acabado. El clavo no tendrá grietas ni salientes del metal, que no se hayan previsto en su diseño, y la superficie deberá ser sin estrías, y no tener rayaduras longitudinales profundas que desmerezcan su presentación, ni huellas de corrosión; podrá estar o no galvanizado.

005.I.03.e Empaque. Los clavos estarán empacados en cajas de madera o cartón de 50 kg a granel, o que contengan 20 paquetes de 2.5 kg cada uno o 25 paquetes de 2 kg cada uno.

005.I.03.f Identificación. Cada caja de cartón o de madera llevará una etiqueta con el nombre del fabricante o la razón social, tipo de clavo y peso del mismo; además, llevará dos cifras separadas por un guión; la primera indicará el calibre del alambre usado en la fabricación del clavo y la segunda la longitud total del mismo.

005.I.03.g Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida por el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso fijará también el número de pruebas, de las cuales el mínimo serán tres; la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.J TORNILLOS DE ACERO

005.J.02 REFERENCIAS

005.J.02.a Los tornillos de cabeza ya sea hexagonal, plana o redonda, fabricados de acero aleado para uso en construcciones estructurales y en general, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	REFERENCIA
Tornillos cabeza cilíndrica con inserción hexagonal	NOM H-28
Tornillos de acero, cabeza hexagonal para uso estructural	NOM H-38
Tornillo cabeza plana embutida con inserción hexagonal	NOM H-40
Muestreo de aceptación para sujetadores roscados	NOM H-45
Tornillos con cabeza hexagonal	NOM H-47
Sujetadores — discontinuidades superficiales. Tornillos, prisioneros y birlos en tamaños M5 a M39	NOM H-36
Requisitos mecánicos para prisioneros de acero	NOM H-30
Tornillos autorroscantes con rosca formante	NOM H-29

005.J.02.b Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida por el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso fijará también el número de pruebas, de las cuales el mínimo serán tres y la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.K PERNOS DE ACERO AL CARBONO

005.K.01 DESCRIPCION

005.K.01.a Se establecen los requisitos que deben cumplir los pernos de acero al carbono de la designación ASTM A-307 y A-325 para usos estructurales. El acero se fabricará por los siguientes procesos: hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico.

005.K.01.b Los pernos de acuerdo con su designación según la clase de acero, se clasifican en:

1. Pernos ASTM A-307: Grados A y B
2. Pernos ASTM A-325: Tipos 1, 2 y 3 (Los del tipo 3 se subclasifican en A, B, C, D, E y F)

005.K.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural (A-36 y A-242)	4.01.01.005.C
Tuercas de acero al carbono	4.01.01.005.L
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Determinación de la dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Galvanizado por inmersión en caliente sobre hierro y acero	ASTM A-153
Pernos de acero al carbono	ASTM A-307
Pernos de acero estructural	ASTM A-325
Tolerancias para sujetadores roscados. Tornillos, birlos y tuercas	NOM H-27

005.K.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.K.03.a Requisitos químicos

1. El acero empleado en los pernos de la designación ASTM A-307 deberá cumplir los requisitos químicos de la tabla 005-40.

Tabla 005-40. Pernos A-307

Elemento	Perno Grado A	Perno Grado B*
Fósforo, porcentaje máximo	0.06	0.04
Azufre, porcentaje máximo	0.15	0.05

*No se permitirá ninguna cantidad de plomo, ~~telurio~~ selenio, telurio o bismuto

2. El acero empleado en los pernos de la designación ASTM A-325 deberá cumplir con los requisitos químicos establecidos en las tablas 005-41 y 005-42; además, ningún tipo de pernos deberá presentar cantidades de plomo, selenio, telurio y bismuto.

Tabla 005-41. Requisitos químicos para pernos A-325 (Tipos 1 y 2)

Elemento	Composición, en porcentaje	
	Pernos tipo 1	Pernos tipo 2
Carbono, mínimo	0.27	0.13 - 0.25
Manganeso, mínimo	0.47	0.67
Fósforo, máximo	0.048	0.048
Azufre, máximo	0.058	0.058
Boro, mínimo	-	0.0005

Tabla 005-42. Requisitos químicos para pernos A-325 (tipo 3)

Elemento / Tipo	Composición, en porcentaje					
	A	B	C	D	E	F
Carbono	0.31-0.42	0.36-0.50	0.14-0.26	0.14-0.26	0.18-0.27	0.19-0.26
Manganeso	0.86-1.24	0.67-0.93	0.76-1.39	0.36-1.24	0.56-1.04	0.86-1.24
Fósforo	0.045 máx.	0.06-0.125	0.040 máx.	0.045 máx.	0.045 máx.	0.045 máx.
Azufre	0.055 máx.	0.055 máx.	0.045 máx.	0.055 máx.	0.045 máx.	0.045 máx.
Silicio	0.13-0.32	0.25-0.55	0.13-0.32	0.20-0.55	0.13-0.32	0.13-0.32
Cobre	0.22-0.48	0.17-0.43	0.17-0.53	0.27-0.53	0.27-0.63	0.17-0.43
Níquel	0.22-0.48	0.47-0.83	0.22-0.53	0.47-0.83	0.27-0.63	0.17-0.43
Cromo	0.42-0.68	0.47-0.83	0.27-0.53	0.45-1.05	0.55-0.95	0.42-0.68
Vanadio	-	-	0.010 mín.	-	-	-
Molibdeno	-	0.07 máx.	-	0.11 máx.	-	-
Titanio	-	-	-	-	-	-

005.K.03.b Los pernos podrán ser galvanizados y deberán cumplir con los requisitos de recubrimiento de zinc de la especificación ASTM A-153. Las tuercas (ver 4.01.01.005.L) que se emplearán con los pernos deberán apegarse a los siguientes requisitos:

Designación de perno	Grado o tipo	Tipo de tuerca
A-307	A (1/4 pulg. a 1 1/2 pulg.)	A, hexagonal
	A (1 3/4 pulg. a 4 pulg.)	A, hexagonal pesada
	B (1/4 pulg. a 4 pulg.)	A, hexagonal pesada
A-325	1 y 2	C, plana
	1 y 2 (galvanizado)	DH, galvanizada
	3	C3

005.K.03.c Requisitos de dureza. Los pernos deberán cumplir con los requisitos de dureza establecidos en las tablas 005-43 y 005-44.

Tabla 005-43. Requisitos de dureza, pernos A-307

Grado	Dureza Brinell		Dureza Rockwell B	
	mín.	máx.	mín.	máx.
A	121	241	69	100
B	121	212	69	95

Tabla 005-44. Requisitos de dureza, pernos A-325

Diámetro		Dureza Brinell		Dureza Rockwell C	
pulg.	mm	mín.	máx.	mín.	máx.
1/2 a 1	12.7 a 25.4	248	331	24	35
1 1/8 a 1 1/2	28.6 a 3.81	223	293	19	31

005.K.03.d El acero empleado en los pernos deberá cumplir con los requisitos de tensión establecidos en la tabla 005-45.

005.K.03.e Los pernos deberán cumplir la carga de tensión especificada en las tablas 005-46 y 005-47.

Tabla 005-45. Resistencia a la tensión del acero para pernos

Designación	Característica	Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm^2)	Alargamiento en 50 mm, porcentaje mínimo
A-307	Grados A y B	414 (4 222) mín.	18
	Grado B	690 (7 037) máx.	-
A-325	Diámetro de:		
	12.7 a 25.4 mm	828 (8 444)	-
	28.6 a 38.1 mm	725 (7 390)	

Tabla 005-46. Pernos A-307

Diámetro perno (d)		Cuerdas por pulgada (n)	Area sometida a la tensión*		Resistencia a la tensión			
					Grados A y B, mín.		Grado B, máx.	
pulg.	cm		pulg.^{2}	cm^2	kN	(kg)	kN	(kg)
1/4	0.635	20	0.0318	0.2052	8.5	(863)	14.2	(1 444)
5/16	0.794	18	0.0524	0.3381	13.8	(1 407)	23.3	(2 379)
3/8	0.953	16	0.0775	0.5000	20.7	(2 111)	34.5	(3 519)
7/16	1.111	14	0.1063	0.6858	28.3	(2 883)	47.3	(4 826)
1/2	1.270	13	0.1419	0.9155	37.8	(3 859)	63.2	(6 442)
9/16	1.490	12	0.1820	1.1742	49.0	(4 994)	81.0	(8 263)
5/8	1.588	11	0.226	1.4581	60.3	(6 152)	100.6	(10 260)
3/4	1.905	10	0.334	2.1548	83.3	(9 103)	148.7	(15 164)

005.K.03.f Empaque. Los pernos deberán empacarse en cajas de cartón o algún otro material para protección y colocación de los pernos del mismo diámetro y tipo.

005.K.03.g Identificación. Cada empaque deberá contener una etiqueta adherida firmemente, con los siguientes datos: marca del fabricante, dimensiones, tipo, número de piezas, galvanizado y fecha de fabricación.

005.K.03.h Muestreo.Se llevará a cabo de acuerdo con lo siguiente:

1. Para cada lote de embarque, el número mínimo de pruebas dependerá del número de piezas, como se indica en la siguiente tabla:

No. de piezas del lote	No. de muestras
Menos de 150	1
151 a 280	2
281 a 500	3
501 a 1 200	5
1 201 a 3 200	8
3 201 a 10 000	10
Más de 10 000	20

2. Cuando los pernos sean galvanizados, el muestreo se llevará a cabo de acuerdo con la tabla 005-48.

Tabla 005-48. Muestreo

Tamaño del lote (piezas)	Muestras por lote	Piezas defectuosas, máx.
2 a 90	13	1
91 a 150	20	2
151 a 280	32	3
281 a 500	50	5
501 a 1 200	80	7
1 201 a 3 200	125	10
3 201 a 10 000	200	14
10 000 en adelante	315	21

005.K.03.i Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida por el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de pruebas, de las cuales el mínimo será tres y la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.L TUERCAS DE ACERO AL CARBONO O ALEADO

005.L.01 DESCRIPCION

005.L.01.a Las tuercas de acero al carbono o aleado se emplean en tornillos, pernos y en accesorios que tengan cuerda. El acero de las tuercas se fabricará mediante los siguientes procesos: hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico y Bessemer-ácido.

005.L.01.b De acuerdo con su designación y composición química, las tuercas se clasifican en:

1. Designación A-563; grados: O, A, B, C, D, DH, C3 y DH3.

2. Designación A-563 M; clases: 5, 9, 85, 10, 105, 12, 8S3 y 10S3.

005.L.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tuercas de acero al carbono y aleado	ASTM A-563
Tuercas milimétricas de acero al carbono y aleado	ASTM A-563-M

005.L.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.L.03 Los requisitos físicos, químicos y mecánicos así como el embalaje, identificación, muestreo y tolerancias deberán ser los establecidos en las normas de referencia.

005.L.03.b Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida por el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de pruebas, de las cuales el mínimo serán de tres; la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.M ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO

005.M.01 DESCRIPCION

005.M.01.a Acero inoxidable austenítico. Acero con características inoxidables para uso estructural y arquitectónico. Se puede suministrar en forma de planchuelas, placas, láminas y cintas. Se clasifica en los tipos siguientes: 201, 202, 301, 302, 304 y 316 con grados de calidad A, B, C y D.

005.M.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Métodos de pruebas mecánicos para productos de acero	NOM B-172

CONCEPTO	REFERENCIA
Requisitos generales para barras, láminas, placas, cintas y planchuelas de acero inoxidable	ASTM A-480
Requisitos generales para productos de acero inoxidable forjados	ASTM A-484
Acero inoxidable austenítico en láminas, placas, barras y cintas para uso estructural	ASTM A-666

005.M.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.M.03.a Requisitos de fabricación. El material empleado para la fabricación del acero inoxidable austenítico deberá cumplir con las normas ASTM A-480 y A-484.

005.M.03.b Requisitos químicos. El acero debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 005-49.

005.M.03.c Requisitos mecánicos. El acero inoxidable debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 005-50.

005.M.03.d Acabado. El acabado para el acero inoxidable deberá ser, para sus diferentes tipos y grados, el que se muestra en la tabla 005-51.

005.M.03.e Identificación. El acero inoxidable deberá llevar una etiqueta firmemente adherida con los siguientes datos: nombre de fabricante, nombre del material, forma (placa, lámina, barra plana o cinta), dimensiones, tipo y grado.

005.M.03.f Muestreo. Se llevará a cabo de acuerdo con la norma ASTM A-480.

005.M.03.g Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso fijará también el número de pruebas, de las cuales el mínimo será tres y la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

005.M.03.h Aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante modifiquen los requisitos de esta especificación, el acero inoxidable austenítico deberá ajustarse al contenido de esta especificación para su aceptación.

005.N VARILLAS Y ELECTRODOS PARA SOLDADURA

005.N.02 REFERENCIAS

Las varillas y electrodos fabricados a base de aleación de metales, empleados para unir y resistir esfuerzos a que estén sujetas piezas metálicas, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.18, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Tabla 005-49. Requisitos químicos, en porcentaje

Elemento	Tipos de acero					
	201	202	301	302	304	316
Carbono, máximo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.08	0.08
Manganeso	5.5- 7.5	7.5-10.0	2.0 máx.	2.0 máx.	2.0 máx.	2.0 máx.
Fósforo, máximo	0.060	0.060	0.045	0.045	0.045	0.045
Azufre, máximo	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
Silicio, máximo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cromo	16.0-18.0	17.0-19.0	16.0-18.0	17.0-19.0	18.0-20.0	16.0-18.0
Níquel	3.5- 5.5	4.0- 6.0	6.0- 8.0	8.0-10.0	8.0-10.5	10.0-14.0
Molibdeno	-	-	-	-	-	2.0- 3.0
Nitrógeno, máximo	0.25	0.25	-	-	-	-

Tabla 005-50. Requisitos mecánicos

Tipo	Producto	Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm²)	Límite de fluencia, en MPa (kg/cm²)	Elongación en 50 mm, en porcentaje		
				Espesores, en mm		
				< 0.38	0.38-0.76	> 0.76
Grado A						
301	(1)*	515 (5 250)	205 (2 090)	40	40	40
302	(1)	515 (5 250)	205 (2 090)	40	40	40
302	(2)**	515 (5 250)	205 (2 090)	-	-	40
304	(1)	515 (5 250)	205 (2 090)	40	40	40
304	(2)	515 (5 250)	205 (2 090)	-	-	40
316	(1)	515 (5 250)	205 (2 090)	40	40	40
316	(2)	515 (5 250)	205 (2 090)	-	-	40
Grado B						
201	(1)	655 (6 680)	310 (3 161)	40	40	40
201	(2)	515 (2 250)	275 (2 804)	-	-	40
202	(1)	620 (6 320)	310 (3 161)	40	40	40
202	(2)	515 (2 250)	275 (2 804)	-	-	40
301	(1)	620 (6 320)	310 (3 161)	40	40	40
302	(1)	585 (5 965)	310 (3 161)	40	40	40
302	(2)	620 (6 320)	310 (3 161)	-	-	40
304	(1)	550 (5 610)	310 (3 161)	35	35	35
304	(2)	620 (6 320)	310 (3 161)	-	-	40
316	(1)	585 (5 965)	310 (3 161)	35	35	35
316	(2)	620 (6 320)	310 (3 161)	-	-	40
Grado C						
201	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	20	20	20
202	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	12	12	12
202	(2) 25.4 mm, máx.	790 (8 055)	515 (5 250)	-	-	15
301	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	25	25	25
302	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	10	10	12
302	(2) 25.4 mm, máx.	790 (8 055)	515 (5 250)	-	-	15
304	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	10	10	12
304	(2)	790 (8 055)	515 (5 250)	-	-	15
316	(1)	860 (8 770)	515 (5 250)	10	10	10
316	(2)	790 (8 055)	515 (5 250)	-	-	15
Grado D						
201	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	9	10	10
202	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	9	10	10
202	(2) 19 mm, máx.	860 (8 770)	690 (7 036)	-	-	12
301	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	15	18	18
302	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	9	10	10
302	(2) 19 mm, máx.	860 (8 770)	690 (7 036)	-	-	12
304	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	6	7	7
304	(2)	860 (8 777)	690 (7 036)	-	-	7
316	(1)	1 035 (10 555)	760 (7 750)	6	7	7
316	(2)	860 (8 777)	690 (7 036)	-	-	7

* (1) Placa, lámina y cinta

** (2) Barra plana

005.Ñ REJILLAS ELECTROFORJADAS

005.Ñ.01 DESCRIPCION

005.Ñ.01.a Las rejillas electroforjadas fabricadas con soleras y varillas de acero, estiradas en frío y unidas mediante soldadura eléctrica, se emplearán para cubrir las áreas de ventilación a lo largo del cajón subterráneo del Metro.

005.Ñ.01.b Se distinguen dos principales tipos de rejillas:

1. Las que servirán como superficie de rodamiento para vehículos.

2. Las que se colocarán en banquetas y camellones para soportar solamente carga viva ligera.

Tabla 005-51. Requisitos de acabado

Producto	Acabado*	Tipos de acero					
		201	202	301	302	304	316
Placa	HRA	B	B	A	A	A	A
	HRAP	B	B	A	A	A	A
	HRAP y P	B	B	A	A	A	A
	CR	CD	C	BCD	BCD	BCD	BCD
	CR y P	CD	C	BCD	BCD	BCD	BCD
Lámina	No. 1	B	B	A	A	A	A
	No. 2D	B	B	A	A	A	A
	No. 2B	BCD	BCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD
	BA	B	B	A	A	A	A
	No. 3	B	B	AB	AB	AB	AB
	No. 4	B	B	AB	AB	AB	AB
	No. 6	B	B	AB	AB	AB	AB
	No. 7	B	B	AB	AB	AB	AB
	No. 8	B	B	AB	AB	AB	AB
Cinta	No. 1	B	B	A	A	A	A
	No. 2	BCD	BCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD
	BA	B	B	A	A	A	A
	P	B	B	AB	AB	AB	AB
Barra plana	HRAP/CRAP	B	B	A	A	A	A
	CD/CR	-	CD	-	BCD	BCD	BCD

* BA Recocido brillante
CD Estirado en frío
CR Laminado en frío
CRAP Laminado en frío, recocido y con baño químico
CR y P Laminado en frío y pulido
HRA Rolado en caliente y recocido
HRAP Laminado en caliente, recocido y con baño químico
P Pulido

005.N.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas torcidas en frío	4.01.01.005.A
Acero estructural A-36	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas, para refuerzo de concreto	4.01.01.005.F

Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Malla soldada de alambre de acero, para refuerzo de concreto	NOM B-290

005.Ñ.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.Ñ.03.a Requisitos generales

1. Las soleras y las varillas que forman las rejillas deberán unirse con un proceso de soldadura por resistencia eléctrica (electroforjado); las varillas deberán quedar ubicadas en el borde superior de las soleras.

2. Las soleras y varillas deberán unirse mediante máquinas automáticas, o con otros procedimientos mecánicos adecuados que aseguren exactitud en el espaciamiento y alineación de todos los miembros de la rejilla terminada.

3. Las barras longitudinales y transversales deberán unirse firmemente en cada intersección mediante un proceso de soldadura por resistencia eléctrica, que cumpla el principio de fusión combinado con presión.

4. Una vez fabricadas las rejillas y antes de su empleo, deberán reunir los requisitos dimensionales que se especifican con las figs 005-1 y 005-2.

5. Las varillas deberán ser de sección cuadrada, torcidas en frío; la separación de estas varillas y de las soleras de carga, así como el ancho y espesor, serán los indicados en los planos correspondientes.

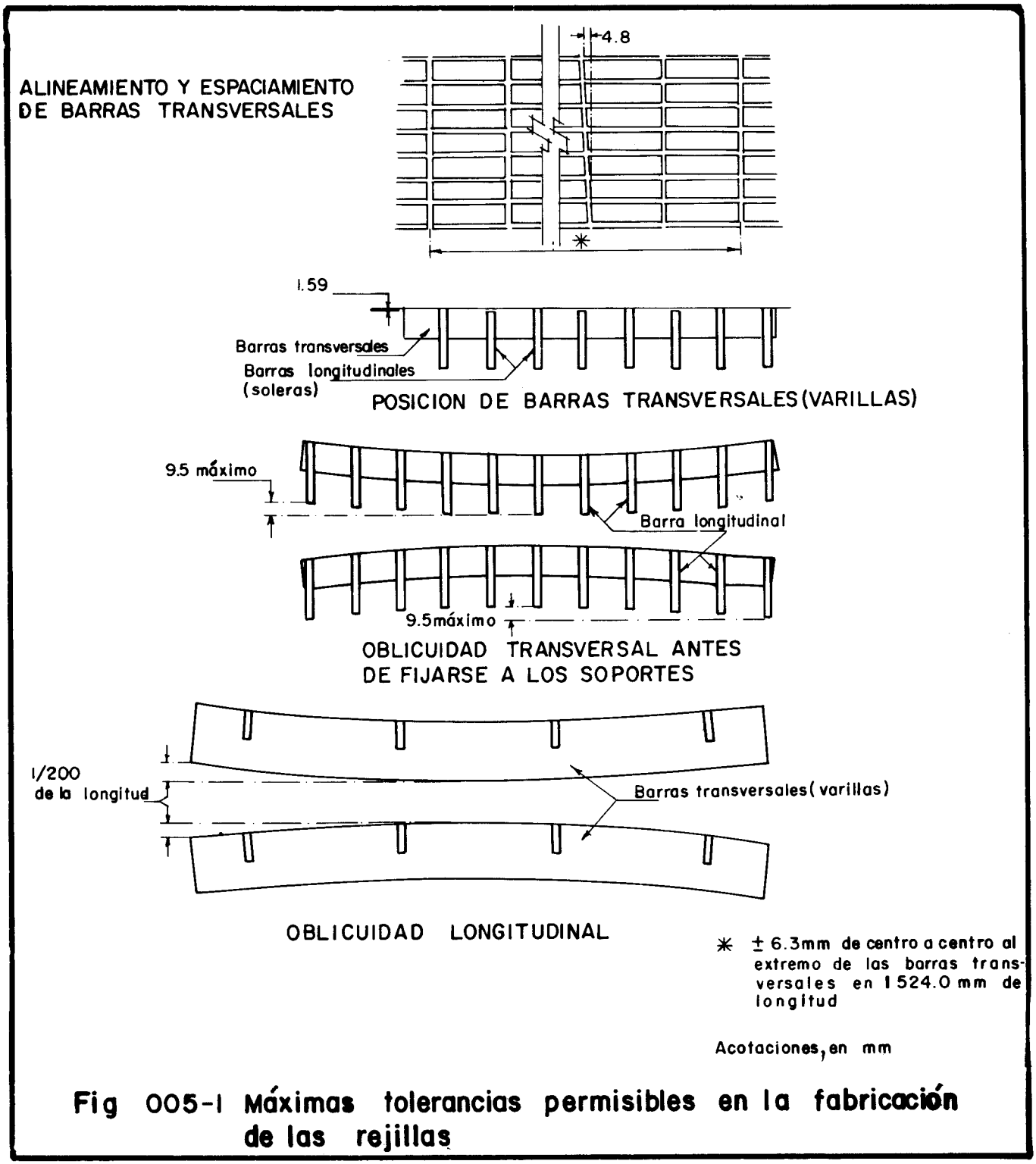
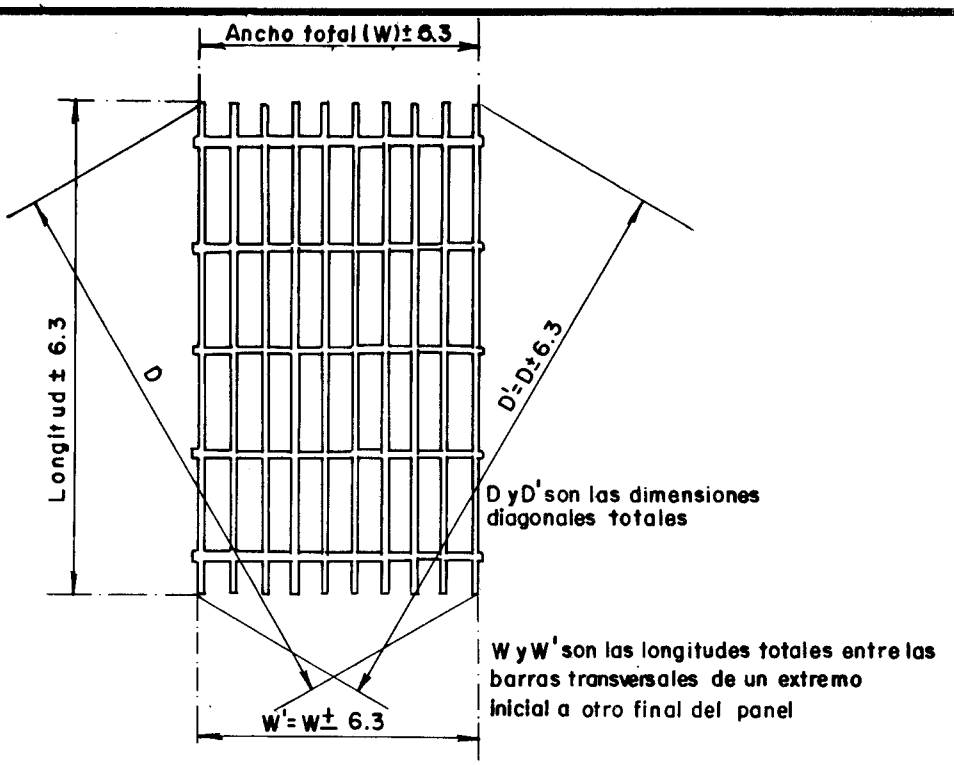
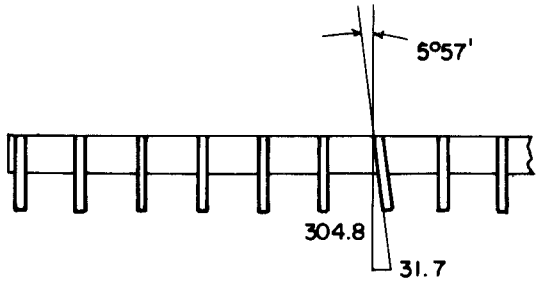


Fig 005-1 Máximas tolerancias permisibles en la fabricación de las rejillas

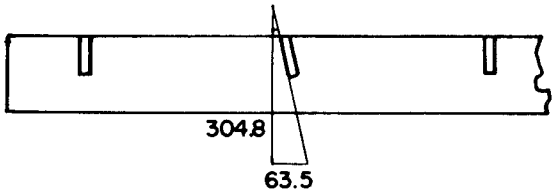


DIMENSIONES TOTALES Y ORTOGONALIDAD

Acotaciones, en mm



INCLINACION EN BARRA LONGITUDINAL (SOLERAS)



INCLINACION EN BARRA TRANSVERSAL (VARILLAS)

Fig 005-2 Máximas tolerancias permisibles en la fabricación de las rejillas

005.Ñ.03.b Requisitos químicos. El acero empleado en la fabricación de las rejillas tendrá un contenido de carbono máximo del 0.25 por ciento.

005.Ñ.03.c Requisitos mecánicos

1. Las soleras y las varillas de acero deberán cumplir con los requisitos mecánicos establecidos en la tabla 005-52.
2. Soldadura en rejillas. Con objeto de asegurar una resistencia adecuada al cortante de la soldadura entre las barras transversales y longitudinales, deberán efectuarse los ensayes de soldadura al cortante conforme a la norma NOM B-290. El valor mínimo promedio de la resistencia de la soldadura al cortante en N (kg), no deberá ser menor de 149 MPa(1 520 kg/cm^2) multiplicado por el área de la barra longitudinal.

Tabla 005-52. Requisitos mecánicos

Concepto	Valores mínimos
Límite elástico, en MPa (kg/cm²), mínimo	248 (2 530)
Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm²)	400 (4 080 a 5 625)
Alargamiento a la ruptura en 50 mm, en porcentaje	21.0

005.Ñ.03.d Muestreo

1. Soleras y varillas de acero. Por cada lote de diez toneladas o fracción y por cada uno de los fabricantes, se deberán realizar las pruebas mecánicas correspondientes.

2. De cada 100 rejillas fabricadas se escogerán tres en el primero, segundo y tercer tercio del proceso de fabricación o al azar de un lote de 100 rejillas o fracción. A estas tres rejillas se les deberá certificar: dimensiones de largo, ancho y diagonal; ortogonalidad de la rejilla, oblicuidad transversal y longitudinal; y separación de barras transversales y longitudinales (véase párrafos siguientes).

005.Ñ.03.e Aceptación. Las rejillas deberán cumplir con las máximas tolerancias admisibles que se muestran en las figs 005-1 y 005-2. Después de haber ensayado las tres muestras mencionadas en 005.Ñ.03.d.2 se pueden presentar los siguientes casos:

1. Las tres muestras cumplen con los requisitos especificados; en este caso el lote es aceptado.

2. Una de tres muestras no cumple con los requisitos especificados. El lote es aceptado pero la sección sobre la cual ha sido extraída la muestra defectuosa es rechazada y otra muestra de prueba es recuperada de la misma sección. Si esta segunda muestra da un resultado satisfactorio, las otras rejillas de la sección son aceptadas. En cambio, si no cumple con los requisitos, la rejilla se rechaza y una tercera muestra de prueba se extrae aleatoriamente de la sección dudosa. La operación se continúa hasta que se encuentre una muestra satisfactoria, siempre y cuando el Representante no decida rechazar el resto de la sección dudosa del lote.

3. Dos o tres muestras no cumplen con los requisitos. En este caso, se ensayan tres nuevas muestras del lote en estudio. La experiencia se repite sobre estas tres nuevas muestras. Si todas cumplen los requisitos, se acepta el resto del lote. Si solamente una de ellas no cumple, la rejilla se rechaza y se toman tres nuevas muestras de prueba de la sección dudosa del lote. La operación se continúa hasta que se encuentra una sección del lote de tres muestras de pruebas satisfactorias, siempre y cuando el Representante no decida rechazar el resto de la colada.

005.Ñ.03.f La aceptación de las rejillas electroforjadas para cubrir áreas de ventilación, a menos que el proyecto especifique lo contrario, estará regida por el contenido de esta especificación.

005.O UNIONES MECANICAS Y EXOTERMICAS PARA VARILLAS DE ACERO

005.O.01 DESCRIPCION

En este tipo de conexiones, los extremos de las varillas de refuerzo se introducen en un tramo de tubo o manga, el interior del cual se rellena con una aleación metálica fundida (fig 005-3a).

La aleación mencionada la suministra el fabricante en forma de polvo, y se funde en un crisol de grafito junto con un disco metálico que se coloca a la salida del crisol (fig 005-3b). La aleación fundida fluye por un conducto y llena el espacio entre los extremos de las varillas de refuerzo, y entre las varillas y las paredes estriadas interiores de la manga. El relleno se solidifica y une mecánicamente las varillas y la camisa, a través de las corrugaciones de aquéllas y las estrías de éstas. El valor generado durante el proceso para hacer la junta, no deberá efectar la capacidad ni las características del acero de las varillas de refuerzo.

005.O.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas corrugadas y lisas de acero, para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Tubos sin costura, de acero al carbono y de aceros aleados, para usos mecánicos	NOM B-203
Varillas corrugadas y lisas de acero procedente de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto	NOM B-6

005.O.03 REQUISITOS DE CALIDAD

005.O.03.a Equipo y accesorios

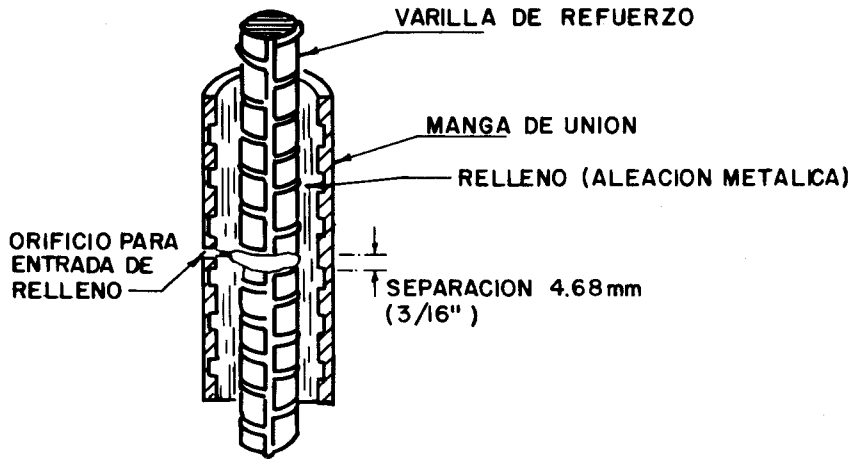
1. El material que se consume y se emplea para una sola conexión es el siguiente: manga y accesorios tales como el tubo guía, empaques de esbesto, aleación metálica, disco de metal, etcétera.

2. El material reusable es el siguiente: crisol superior, crisol de entrada, pinza de crisol, chimenea, cubierta, tapa, abrazaderas de alineamiento, soporte horizontal, marco cadena y pinza soporte, así como otros accesorios menores.

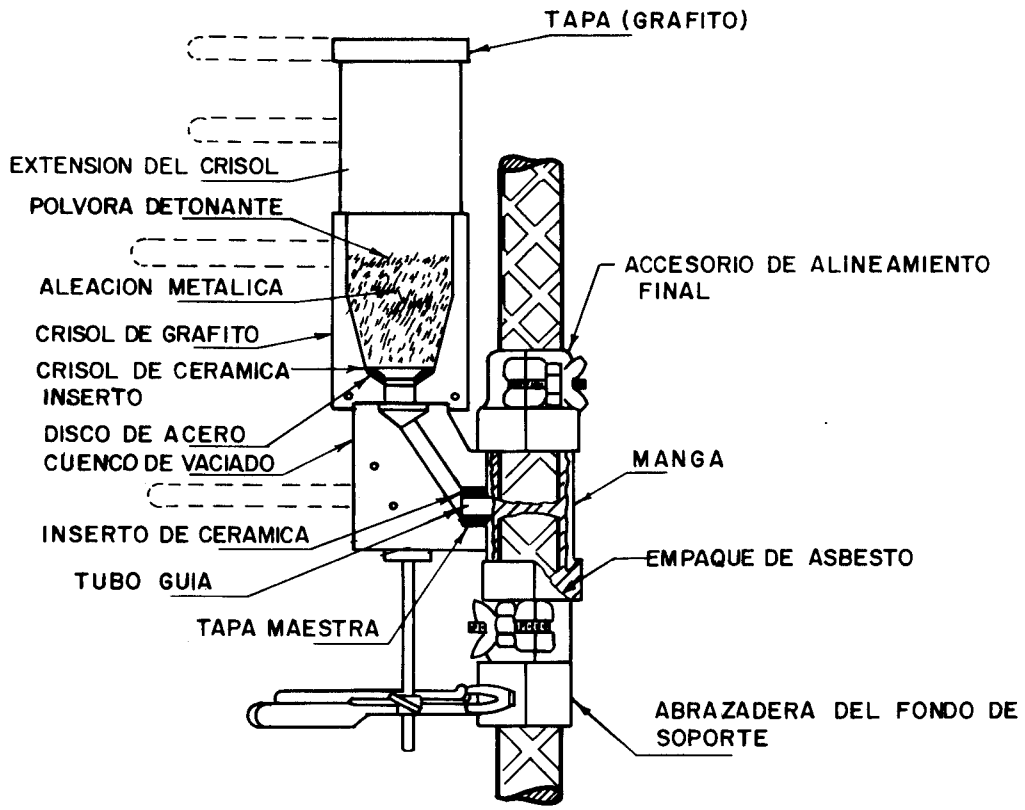
Será conveniente tener dos equipos de instalación para emplearlos alternadamente; con ellos se logrará una secuencia continua en el trabajo y se permitirá enfriar el equipo recién empleado y prolongar su vida útil.

005.O.03.b Almacenamiento y protección de los materiales

1. La aleación metálica, las mangas, los empaques de asbesto y el dispositivo de cerámica deberán



a) Unión con manga y aleación fundida



b) Colocación de la aleación

Fig 005-3 Uniones mecánicas y exotérmicas de varillas de acero

almacenarse en un lugar seco. Si el exterior de las cajas de cartón, en donde se envasan los implementos está húmedo, antes de usar éstos se deberá consultar al fabricante.

2. Cuando las mangas para unión de varilla o varilla se saquen de su envoltura, se coloquen en su posición para hacer la junta y permanezcan toda la noche a la intemperie, se protegerán contra el rocío, la lluvia, el congelamiento o los líquidos para curado del concreto. Si la exposición a la intemperie es de más de 24 horas, será necesario proteaerlas contra la corrosión.

3. Las mangas soldadas o placas de acero deberán venir de fábrica protegidas contra corrosión y provistas de tapas de plástico para las bocas de las mangas. La protección anticorrosiva deberá permanecer intacta hasta el momento de hacer la junta.

4. Los moldes tanto superior como inferior se deberán secar totalmente antes de usarse; si se emplea un mechero o un hornillo, la humedad se evapora rápidamente. Con una sola vez que se sequen, podrán usarse varias veces durante el día; sin embargo, si se almacenan algunas horas antes que se enfríen, será necesario volverlas a secar si se usan otra vez.

5. Los moldes superior e inferior se deberán limpiar después de usarse tan pronto como sea posible. Para hacer la limpieza se deberá emplear una escobilla o un cepillo de cerdas suaves, un trapo o una pequeña espátula de madera, según sea necesario. No se deberá emplear cepillo de alambre ni espátula de metal. Se tendrá cuidado en limpiar las quemaduras o restos de metal adheridos en las superficies de ensamble de las piezas, para que los tornillos de sujeción y los goznes no trabajen forzados.

005.O.03.c Manejo de la aleación metálica pulverizada

La aleación metálica se suministrará en bolsa de plástico, las que se deberán almacenar en un lugar seco y manejarse con cuidado para no romperlas.

El procedimiento será el siguiente:

1. Se cortará la boca de la bolsa inmediatamente abajo del sello que la cierra, para dejar libre una cierta longitud que permita remezclar el polvo (fig 005-4a).

2. Se abrirá la bolsa y se volverá a cerrar para atrapar aire en el interior; se retirará el fundente fuera de la bolsa (fig 005-4b).

3. Se doblará la boca de la bolsa sobre sí misma, asiéndola firmemente con una mano; con la otra se tomará la parte inferior de la bolsa y se agitará hasta obtener una revoltura uniforme (fig 005-4c).

4. Se abrirá la bolsa y se vaciará directamente una pequeña cantidad en el crisol, verificando antes que el disco de metal esté en su sitio (fig 005-4d).

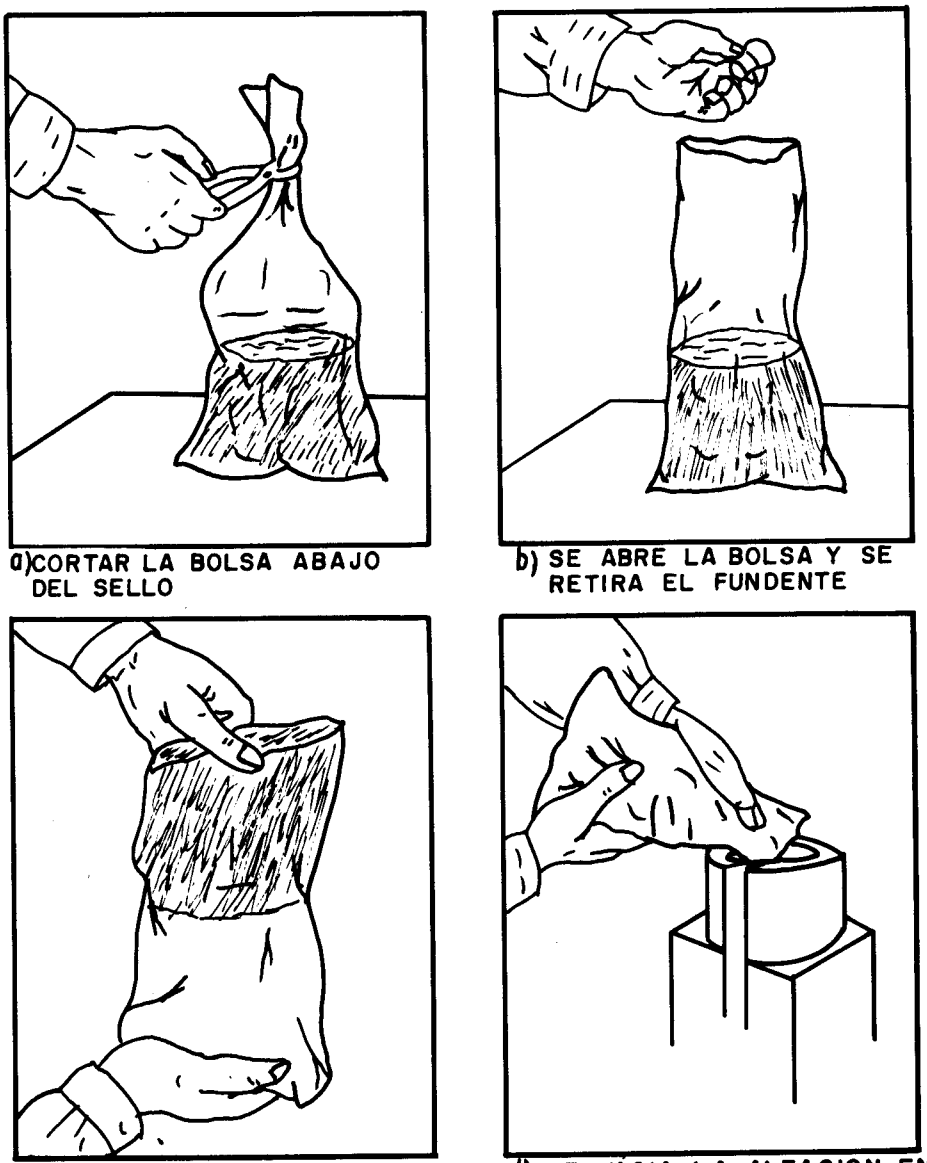


Fig 005-4 Manejo de la aleación metálica

5. Se vaciará rápidamente el resto de la aleación dentro del crisol.

005.O.03.d Características de la manga

1. La manga se maquinará de tubos sin costura con una capacidad mínima en tensión de 586.06 MPa (5 975.50 kg/cm²).

2. Para calcular el espesor de la manga, se considerará un esfuerzo permisible en tensión de 482.64 MPa (4 921 kg/cm²).

   2.1 La capacidad al cortante de la aleación metálica deberá ser igual o mayor que la correspondiente a las corrugaciones de las varillas.

   2.2 El área de trabajo por cortante en las estrías de la camisa será aproximadamente 2.2 veces mayor que el área al cortante de las corrugaciones de las varillas.

   2.3 El área de las corrugaciones que trabaje por cortante, embebida en la aleación metálica, deberá ser suficiente para corresponder a la fuerza de tensión en la junta.

   2.4 La longitud de la manga será la adecuada para cumplir con los requisitos indicados en los párrafos 2.2 y 2.3 anteriores.

005.O.03.e Procedimiento para limpiar y preparar las varillas. Los extremos de las varillas que se unirán deberán estar secos y limpios de oxidación, escamas sueltas del laminado, lodo, pintura, concreto, etc. Se deberá limpiar desde el extremo de la varilla hasta cinco centímetros (dos pulgadas) más allá del borde de la manga. Existen tres procedimientos para limpiar las varillas.

1. Flama y cepillo eléctrico

   1.1 Para eliminar la humedad y quemar cualquier materia extraña que esté adherida, se utilizará una flama de oxiacetileno. La flama no deberá dejar tizne en la varilla y se recomienda que esté a la temperatura que corresponde al color rosado.

   1.2 La oxidación, las escamas de laminado, etc., se removerán con cepillo eléctrico de alambre. Se consultará al fabricante acerca del tipo de cepillo y sus características, recomendables en cada caso.

2. Flama y chorro de arena

   2.1 Se limpiará con una flama de oxiacetileno, como se indica en el punto 1.1 anterior.

   2.2 La oxidación, las escamas de laminado, etc., se limpiarán con el procedimiento normal de chorro de arena.

3. Flama y cepillo de mano

   3.1 Se limpiará con flama de oxiacetileno, como se indica en el punto 1.1 anterior.

   3.2 La oxidación, las escamas de laminado, etc., se removerán con cepillo manual de alambre, repitiendo el proceso dos veces como mínimo.

En todos los casos, se limpiará el extremo de la varilla con un trapo seco para eliminar cualquier residuo de basura y polvo. Se deberán cortar los extremos de las varillas que tengan el corrugado defectuoso o la marca de la laminadora. Las varillas preparadas y limpias que permanezcan toda la noche a la intemperie, se deberán proteger con una bolsa de polietileno y, de ser necesario, volverlas a secar y limpiar antes de hacer la junta. Los cepillos deberán estar libres de aceite, grasa o cualquier materia que pueda producir gases al vaciar la aleación metálica.

Las varillas se podrán cortar con segueta o con soplete; los extremos cortados no necesitarán preparación especial. No es necesario precalentar las varillas ni controlar después el enfriamiento.

Las varillas quedarán colocadas dentro de la manga, de tal manera que el espacio que se deja entre sus extremos coincida con el orificio de entrada de la aleación fundida (fig 005-3).

La inspección de la junta terminada se hará visualmente; no necesitará radiografía. El trabajo se aceptará si el material de relleno sale por los bordes de la manga y por el orificio de entrada.

005.O.03.f Uniones de varillas a placas o perfiles de acero estructural (fig 005-5)

1. Estas uniones se harán a través de mangas soldadas en fábrica a las placas perfiles estructurales. El fabricante suministrará las mangas con una envoltura de papel especial y tapas de plástico para el extremo libre de la manga, para protegerlas contra la corrosión. El constructor deberá proporcionar los datos que permitan hacer el diseño adecuado de los moldes superior o inferior y el resto del equipo; estos datos serán los siguientes:

   1.1 Planos de la zona de las juntas, en planta y elevación.

   1.2 Espaciamiento, diámetro y grado de las varillas.

   1.3 Distancias entre los elementos constructivos de la zona, para poder colocar el equipo.

2. Instrucciones para preparar las mangas (fig 005-6).

   2.1 No se retirará la envoltura protectora de las mangas hasta el momento de soldar éstas a la placa.

   2.2 Al retirar la envoltura para soldar la manga se hará de manera que no se desgarre, ya que después dicha envoltura se introducirá en la manga después de soldar ésta.

   2.3 Se cortará la envoltura en uno de sus extremos, de tal manera que quede 1.27 cm (1/2 pulg.) más corta que la longitud de la manga.

   2.4 Después de soldar la manga, se colocará el papel de envotlura dentro de aquélla, con la superficie impregnada del lado de afuera.

   2.5 Se colocará la tapa del extremo de la manga y la del orificio de llenado.

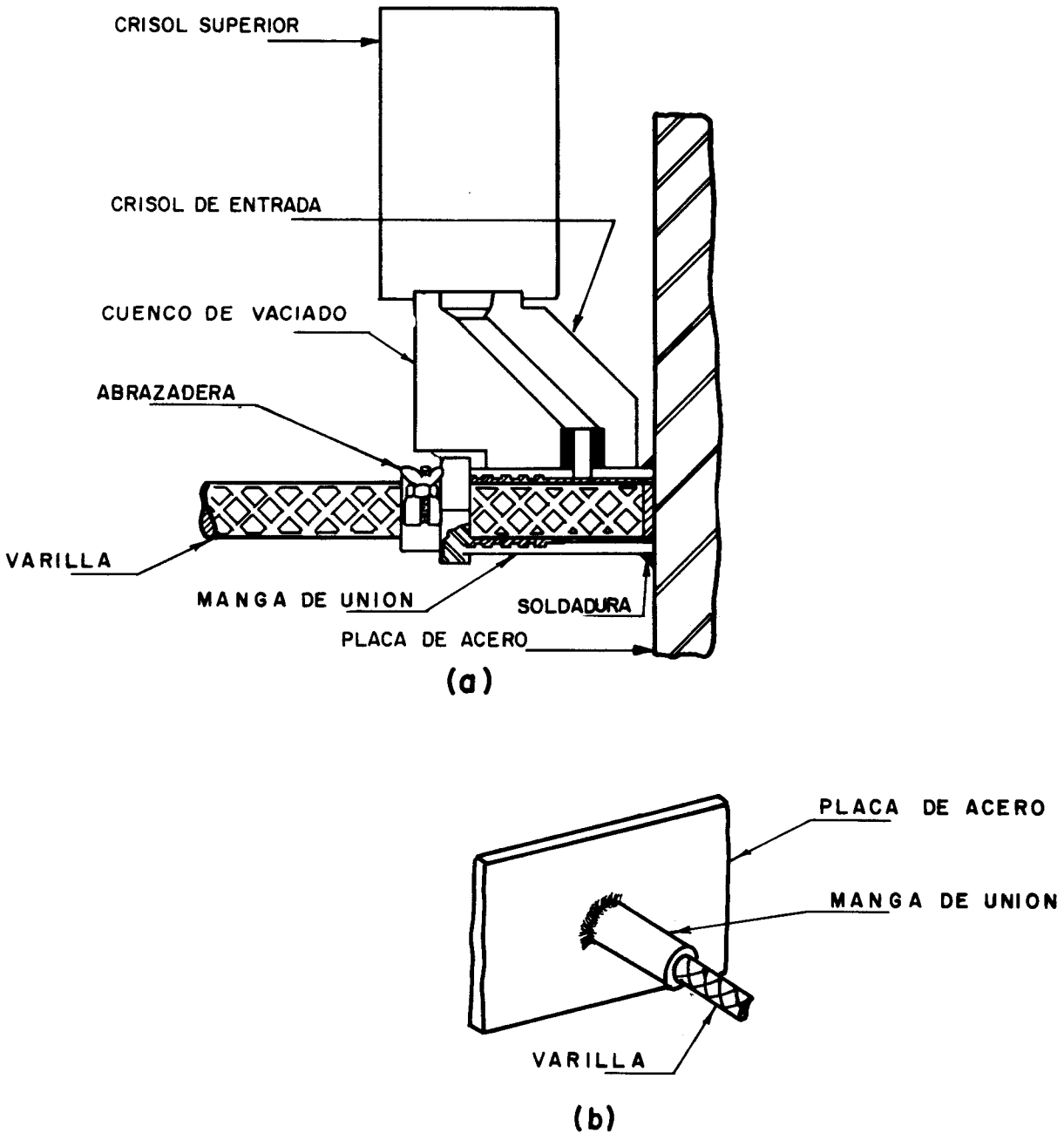


Fig 005-5 Unión de varillas a placas o perfiles de acero estructural

2.6 Se mantendrán las tapas colocadas, bien ajustadas, hasta el momento en que se vayan a colocar dentro la varilla de refuerzo.

2.7 Cuando todo esté preparado para hacer la conexión, se retirarán las tapas y el papel de envoltura y se secará la manga con un mechero de oxiacetileno.

Las tapas y el papel se deberán colocar tan pronto como la manga se enfríe después de soldar, con objeto de hacer efectiva la protección contra la oxidación interna de la manga.

005.O.03.g Unión de varillas que trabajan en compresión

Para transmitir un esfuerzo de compresión entre varillas unidas a tope, será necesario cumplir con los requisitos siguientes:

1. Los extremos de las varillas deberán estar cortados a escuadra y no tener rebabas en la superficie de corte.

2. Los tramos extremos de las varillas deberán ser rectos.

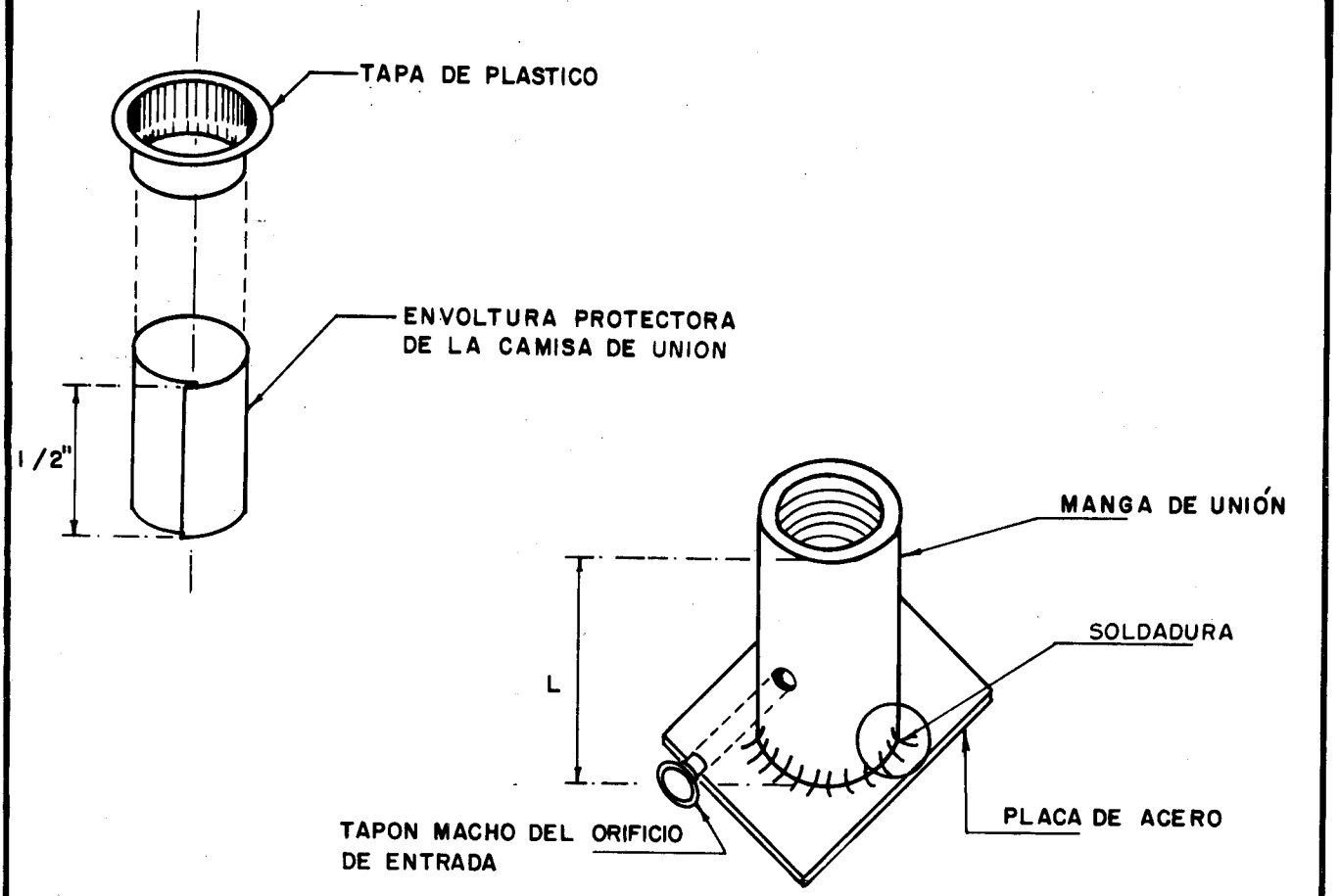


Fig 005-6 Preparación de las mangas de unión

3. Las varillas deberán colocarse y alinearse cuidadosamente. La unión mecánica a base de manga tubular y relleno metálico transmitirá adecuadamente el esfuerzo de compresión si el espacio entre los extremos de las varillas se llena totalmente con la aleación metálica.

005.O.03.h Aceptación. Salvo que el proyecto modifique los requisitos y procedimientos mencionados, las uniones mecánicas y exotérmicas para varillas de acero deberán ajustarse a lo establecido en estas especificaciones.

CAPITULO 4. 01. 01. 006

MATERIALES Y PRODUCTOS DE FIERRO FUNDIDO

006.A TUBOS DE FIERRO COLADO GRIS

006.A.02 REFERENCIAS

Los tubos de fierro colado gris, con o sin campana y sus conexiones (accesorios), usados en drenaje, desagües, ventilación y cañerías en general, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.69, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

006.B VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO

006.B.02 REFERENCIAS

Las válvulas de fierro fundido deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.40, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

006.C PIEZAS COLADAS DE FUNDICION GRIS

006.C.01 DESCRIPCION

006.C.01.a Fundición gris. Es una aleación de hierro y carbono con otros elementos, generalmente con un contenido de carbono mayor del 2 por ciento, en el cual la mayoría del mismo se presenta en forma de grafito laminar. Es este elemento, el que da el color gris en una fractura reciente.

006.C.01.b Las fundiciones grises se designan con las letras "FG", que indican que es una fundición gris, seguidas por dos números que indican la resistencia mínima a la tensión (kg/mm²) determinada en una probeta maquinada de 20 mm de diámetro, extraída de una barra de prueba de 30 mm de diámetro. Se consideran los siguientes grados: FG-10, FG-15, FG-20, FG-25, FG-30, FG-35 y FG-40.

006.C.01.c Entre las piezas coladas de fundición gris, se pueden mencionar las siguientes: coladeras, rejillas, brocales, uniones en tuberías, coples y niples.

006.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Determinación de la dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba para la flexión estática para fundición gris. Prueba de carga transversal	NOM B-3
Piezas coladas de fundición gris	NOM B-8

006.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

006.C.03.a Los requisitos físicos serán los indicados en la tabla 006-1. Los valores mínimos de resistencia a la tensión de los grados FG-15, FG-20, FG-25, FG-30, FG-35 y FG-40 pueden elevarse como máximo hasta en 98 MPa (10 kg/mm²) sobre los valores indicados en la tabla, con excepción del grado FG-10 que puede elevarse como máximo en 49 MPa (5 kg/mm²).

006.C.03.b Maquinabilidad. Las piezas deben maquinarse en forma satisfactoria utilizando los métodos normales de maquinado de acuerdo con el grado del material.

006.C.03.c Dimensiones y tolerancias. Las piezas fundidas deben corresponder sustancialmente a las dimensiones y tolerancias indicadas en el proyecto o modelos suministrados por el Representante, así como a las dimensiones y tolerancias que se pueden especificar en casos particulares.

006.C.03.d Heterogeneidad o imperfecciones. Todas las piezas fundidas deben estar libres de rechupes, grietas y porosidades perjudiciales.

006.C.03.e El muestreo, preparación de probetas y número de pruebas deberán cumplir con los requisitos enunciados en la norma NOM B-8.

006.C.03.f Aceptación. Salvo que el proyecto modifique los requisitos de esta especificación, las piezas coladas de fundición gris deberán cumplir con los requisitos mencionados para su aceptación.

Tabla 006-1. Propiedades mecánicas de las fundiciones grises

Grados	Diámetro de la barra de prueba en estado bruto de colada*, en mm	Diámetro de la probeta maquinada, en mm	Resistencia a la tensión mínima, en MPa (kg/mm^2)	Resistencia a la flexión estática, valores medios, en MPa (kg/cm^2)	Dureza Brinell, máxima, en DB
FG-10	30	20	98 (10)	-	201
FG-15	13	8	226 (23)	333 (34)	241
	20	12.5	177 (18)	314 (32)	223
	30	20	147 (15)	294 (30)	212
	45	32	108 (11)	265 (27)	201
FG-20	13	8	275 (28)	402 (41)	255
	20	12.5	226 (23)	382 (39)	235
	30	20	196 (20)	353 (36)	223
	45	32	157 (16)	324 (33)	217
FG-25	13	8	324 (33)	-	269
	20	12.5	275 (28)	451 (46)	248
	30	20	245 (25)	412 (42)	241
	45	32	206 (21)	382 (39)	229
FG-30	20	12.5	324 (33)	-	269
	30	20	294 (30)	471 (48)	262
	45	32	255 (26)	441 (45)	248
FG-35	20	12.5	373 (38)	-	-
	30	20	343 (35)	530 (54)	277
	45	32	304 (31)	500 (51)	269
FG-40	30	20	392 (40)	588 (60)	-
	45	32	353 (36)	559 (57)	-

* La barra de prueba con diámetro de 30 mm se considera normal, y las barras con diámetros de 13, 20 y 45 mm, auxiliares

CAPITULO 4. 01. 01. 007

MATERIALES Y PRODUCTOS DE MADERA

007.A MADERA ESTRUCTURAL EN TIRA

007.A.02 REFERENCIAS

La madera estructural en tira empleada en la construcción de moldes y obras falsas, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.17.1, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF y, además, con las siguientes normas:

CONCEPTO	REFERENCIA
Nomenclatura de términos empleados con relación a las maderas escuadradas	NOM C-17

007.B TABLAS Y TABLONES DE OCOTE

007.B.01 DESCRIPCION

007.B.01.a Las tablas y tablones de ocote son piezas de pino mexicano encuadradas y con dimensiones especificadas, empleadas en construcciones para obras falsas y complementarias.

007.B.01.b Las tablas y tablones comprenderán los grados de calidad cuyos nombres y designaciones son los siguientes:

Grado "A" Selecta

Grado "B" de Primera

Grado "C" de Segunda

Grado "D" de Tercera

007.B.02 REFERENCIAS

Las tablas y tablones de ocote se sujetarán a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM C-18.

007.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

007.B.03.a Tablas y tablones Grado "A", Selecta. Para que se consideren en este grado deberán estar totalmente limpios y reunir los requisitos siguientes:

1. No tener nudos de ninguna clase ni huellas de los mismos.
2. Su color será uniforme, sin manchas de ninguna naturaleza ni vetas o listas de resina.
3. No tendrán grietas, rajaduras, partes podridas ni bolsas de resina.
4. Su manufactura deberá ser enteramente correcta y al trabajarlas en las máquinas no deben sacar ningún defecto.
5. Sus dimensiones serán las normales o las que se hayan acordado entre el Contratista y el Representante, pero sin tolerancia alguna.
6. Su humedad no será mayor del 10 por ciento de su peso seco.

007.B.03.b Tablas y tablones Grado "B" de primera:

1. Serán en lo general limpias.
2. Se admiten, en forma apenas perceptible, nudos del tamaño de la cabeza de un alfiler, vetas o listas de resina, cambios de color y grietas que no excedan de 10 cm de largo cada una de ellas.
3. En cuanto a su manufactura, pueden admitirse defectos de grano rasposo y grano desgarrado ligero. No deberán tenerse torceduras. Sus dimensiones admiten las tolerancias señaladas en la tabla 007-1.
4. Su humedad será como máximo del 15 por ciento de su peso seco.

007.B.03.c Tablas y tablones Grado "C" de segunda:

1. Se admiten manchas de resinas que cubran una superficie en cada cara no mayor que un doceavo del ancho por un dieciseisavo de la longitud de la cara, una bolsa de resina que no exceda de 5 mm de ancho y de 150 mm de largo, y un cambio de color ligero en cada cara.
2. Se admiten agujeros de tamaño cabeza de alfiler y agujeros de 6 mm en número tal, que la suma de los diámetros no sea mayor de dos veces el diámetro del nudo máximo permisible, según la tabla o tablón que se considere.
3. Se admiten rajaduras en los extremos hasta de 252 mm de largo y 8 mm de ancho y grietas finas de 10 mm como máximo.
4. En su manufactura se admite el grano rasposo levantado y desgarrado ligero y mediano. No se permiten torceduras.
5. En su corte se admiten discrepancias de 25 y 50 mm en el espesor y 10 mm en el ancho, en ambos cantos.
6. En cuanto a los nudos, se admiten nudos sanos con o sin agujero, nudos encajados, nudos de tamaño normal y nudos de clavo.

Tabla 007-1. Tolerancias dimensionales

Escuadrías, en mm		Tolerancias en exceso en las escuadrías, en mm		Longitudes usuales
Espesores	Anchos	Espesor	Ancho	
Tablones				
30 a 100	100 a 400	2.5	10	Desde 2.50 m en adelante, con aumento progresivo @ 30 cm
Tablas				
10 a 30	100 a 400	1.5	10	

7. Su humedad será hasta de 20 por ciento de su peso seco.

8. La suma de los diámetros de los nudos en una cara no debe exceder del doble del diámetro del nudo máximo admisible, según las secciones de las piezas, como se indica en la tabla 007-2.

9. Por otra parte, sólo se admitirá un nudo en cada cara, cuando éste tenga el diámetro máximo admisible.

007.B.03.d Tablas y tablones Grado "D" de tercera. En este grado de calidad quedan comprendidos las tablas y tablones que tengan los defectos siguientes:

1. Vetas de resina grandes, pero cuya superficie total en una cara no pase de la cuarta parte de la superficie de la misma.

2. Bolsas de resina grandes, siempre que su anchura no pase de 10 mm y su longitud de 300 mm.

Tabla 007-2. Diámetro máximo de los nudos admisibles en las tablas y tablones más usados

Sección de la tabla o tablón		Diámetro máximo del nudo, en mm
Grueso, en mm	Ancho, en mm	
12.7	152	50.8
12.7	203	63.5
12.7	254	63.5
12.7	304	76.2
19.0	152	50.8
19.0	203	63.5
19.0	254	63.5
19.0	304	76.2
25.4	152	50.8
25.4	203	63.5
25.4	254	63.5
25.4	304	76.2
50.8	152	63.5
50.8	203	76.2
50.8	254	76.2
50.8	304	88.9
76.2	152	63.5
76.2	203	76.2
76.2	254	76.9
76.2	304	88.9

3. Agujeros de polilla, de gorgojo y agujeros en forma de cabeza de alfiler, en número tal que la suma de sus diámetros no sea mayor de dos veces el diámetro del nudo máximo admisible según la tabla 077-2 de estas especificaciones.

4. Se admiten cambios de color que cubren aproximadamente la cuarta parte de la superficie de la cara en que se encuentran.

5. Se admiten partes podridas en superficies no mayores que un sexto de la anchura por un sexto de la longitud, pero solamente en los extremos.

6. Se admiten rajaduras de 252 mm de largo, ya sea en los extremos o en el centro de las mismas, aunque atraviesen la tabla.

7. En cuanto a su manufactura, puede admitirse el grano levantado, el desgarrado, las oquedades y las quemaduras, siempre que las áreas que cubran no pasen de una cuarta parte de la superficie de la cara, lo mismo que estrías y cortes imperfectos.

8. Las torceduras permisibles serán hasta de 19 mm.

9. En cuanto a los nudos sanos, se admiten las mismas dimensiones dadas para las tablas o tablones de segunda, pero en este grado pueden tolerarse varios nudos o racimos de nudos, siempre que la suma de sus diámetros no exceda del ancho de la cara.

007.B.03.e Muestreo. Por cada lote de 1 000 tablas o tablones que hayan servido para las pruebas, se tablas 007-1 y 007-3 y se determinan valiéndose de una cinta métrica graduada en milímetros.

007.B.03.f Dimensiones. Las dimensiones y tolerancias de las tablas y tablones se especifican en las tablas 007-1 y 007-3 y se determinan valiéndose de la cinta métrica graduada en milímetros.

007.B.03.g Manejo y almacenamiento. Para el embarque y entrega de las piezas de madera, se separarán éstas conforme a la clase de madera, uso, tipo de pieza y dimensiones. Para que el representante pueda inspeccionar con facilidad todas las piezas de madera, éstas serán colocadas en sitios apropiados, ya sea en los lugares de embarque o de destino.

007.B.03.h Aceptación. Salvo que el proyecto modifique los requisitos de esta especificación, las tablas y tablones de ocote deberán cumplir con los requisitos enunciados, o serán rechazados si a juicio del Representante dichos requisitos no son cumplidos.

007.C MADERA PARA OBRA NEGRA EN HOJAS

007.C.02 REFERENCIAS

La madera para obra negra en hojas deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.17.2, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

007.D TABLEROS DE MADERA PRENSADA

007.D.02 REFERENCIAS

Los tableros de madera prensada empleados en acabados para la construcción deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.17.5, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

007.E TABLEROS DE FIBRA DE MADERA

007.E.01 DESCRIPCION

007.E.01.a Tablero de fibra de madera. Es el material fabricado con fibra de madera, parcial o totalmente refinada en forma de panel o tablero, con una densidad que varía entre 800 y 1 200 kg/m^3. Durante su fabricación se pueden agregar productos químicos con el fin de mejorar las propiedades de rigidez, dureza, cualidades de acabado, resistencia a la abrasión y a la humedad, así como para aumentar su resistencia, durabilidad y utilidad.

007.E.01.b Los tableros se clasifican en tres tipos:

Tipo 1. Tablero duro

Tipo 2. Tablero extraduro

Tipo 3. Tablero semiduro

Por la tersura de sus caras se dividen en dos subtipos:

Subtipo 1. Tableros de una cara lisa

Subtipo 2. Tableros de dos caras lisas

007.E.02 REFERENCIAS

Los tableros de fibra de madera se sujetarán a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM R-32.

007.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

007.E.03.a Tamaños normales. La anchura de los tableros comerciales es de 1.22 m. La longitud de los mismos puede ser 1.22, 1.83, 2.44, 3.66 y 5.50 m. Los espesores en que se producen son 2.5, 3.2, 4.8 y 6.3 milímetros.

007.E.03.b Tolerancias dimensionales. Las tolerancias dimensionales en cuanto a la longitud y a la anchura serán de ± 1.6 mm de la dimensión nominal. Los paneles deberán estar encuadrados dentro de una tolerancia de ± 1.3 mm por cada 100 cm lineales, tanto en longitud como en anchura.

007.E.03.c Requerimientos de propiedades físicas y mecánicas. Los requerimientos y límites para cada tipo de tablero, en cuanto a espesor, absorción de agua, variación en espesor, módulo de ruptura, resistencia a la tensión paralela y perpendicular a la superficie, se especifican en la tabla 007-4.

Tabla 007-3. Dimensiones y tolerancias

Tablones		
Grueso, en mm	Ancho, en mm	Largo, en m
50	152, 203 y 304	2.52, 3.12, 3.73, 4.33, 4.94 y 5.54
76	152, 203 y 304	" " " " " "
101	355	" " " " " "
Tablas		
Grueso, en mm	Ancho, en mm	Largo, en m
13	152, 203, 254 y 304	2.52, 3.12, 3.73, 4.33, 4.94 y 5.54
19	152, 203, 254 y 304	" " " " " "
25	152, 203, 254 y 304	" " " " " "
38	152, 203, 254 y 304	" " " " " "

Tabla 007-4. Requisitos de los tableros de fibra de madera con una cara lisa

Clasificación	Espesor nominal, en mm	Límites de espesor, en mm		Módulo de ruptura (Promedio mínimo por panel), en MPa (kg/cm²)	Resistencia a la tensión (promedio mínimo por panel), en MPa (kg/cm²)		Absorción de agua (porcentaje máximo por panel)	Hinchamiento de espesor (porcentaje máximo por panel)
		Mínimo	Máximo		*	**		
Duro	2.5	2.48	2.79	21.1 (215)	17.2 (175)	0.49 (5)	37	30
Duro	3.2	2.92	3.94	34.3 (350)	17.2 (175)	0.49 (5)	30	24
Duro	4.8	4.31	5.20	34.3 (350)	17.2 (175)	0.49 (5)	25	20
Duro	6.0	5.50	6.50	34.3 (350)	17.2 (175)	0.49 (5)	25	18
Extraduro	3.2	2.92	3.94			0.78 (8)	22	16
Extraduro	4.8	4.31	5.20	48.0 (490)	24.0 (245)	0.80 (8)	18	15
Extraduro	6.0	5.50	6.50			0.78 (8)	18	12
Semiduro	5.5	5.40	5.40	21.1 (215)	10.3 (105)	0.34 (3.5)	37	30

* Paralelo a la fibra

** Perpendicular a la fibra

007.E.03.d Muestreo. Las muestras deben seleccionarse al azar de acuerdo con la siguiente tabla:

Cantidad de tableros	No. de tableros por muestrear
≦ 100	1
De 101 a 1 000	2
> 1 000	3

007.E.03.e Criterio de aceptación. El criterio de aceptación para el producto deberá basarse en el valor obtenido del promedio de las pruebas efectuadas y comparando con los límites especificados en la tabla 007-4. Cualquier valor inferior a los marcados como promedio mínimo por panel de las pruebas físicas de módulo de ruptura, resistencia a la tensión, resistencia a la absorción de agua e hinchamiento de espesor, determinará el rechazo del lote.

007.F MADERA PARA ACABADOS, EN HOJAS

007.F.02 REFERENCIAS

La madera para acabados en hojas deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.17.4, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

007.G MADERA PARA ACABADOS, EN TIRAS

007.G.02 REFERENCIAS

La madera para acabados en tiras deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.17.3, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CAPITULO 4. 01. 01. 008

MATERIALES PARA CIMBRA

008.A MADERAS PARA CIMBRAS

008.A.02 REFERENCIAS

Las maderas utilizadas para cimbras en acabados aparentes, paneles ligeros, acabados diversos y andamiaje, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.007 de estas especificaciones.

008.B MATERIALES METALICOS PARA CIMBRAS

008.B.01 DESCRIPCION

008.B.01.a La cimbra metálica es una obra falsa que sirve para soportar y moldear al concreto fresco para proporcionar la forma indicada en el proyecto. Se emplea en cimbra pesada, columnas, andamiaje, puntales y paneles ligeros.

008.B.01.b Los materiales metálicos usados en la fabricación de la cimbra son: acero, aluminio y magnesio.

008.B.01.c Los elementos de acero empleados son:

1. Láminas y placas en las caras de paneles ligeros, que estarán en contacto con el concreto e integran los fondos y/o costados de los moldes.

2. Soleras, ángulos, canales, viguetas y tubos, en los soportes de las caras de los moldes o en andamiajes y estructuras de apoyo de los moldes; éstos pueden ser de madera, metálicos, de plástico o fibra de vidrio o una combinación de estos materiales.

008.B.01.d Los elementos de aluminio pueden emplearse al igual que los de acero. Las formas coladas, con textura y acabados especiales, se usan en las caras interiores de los moldes para dar acabados especiales de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

008.B.01.e Magnesio. Los elementos de magnesio en láminas y placas se usan como se indica arriba en 008.B.01.c.

008.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural A-36	4.01.01.005.C
Aluminio y sus aleaciones. Propiedades mecánicas. Determinación de la resistencia a la tracción	NOM W-47
Aluminio y sus aleaciones. Productos extruidos y/o trefilados. Propiedades mecánicas de tensión. Límites de valores	NOM W-81
Clasificación y composición del aluminio de primera fusión, puro para fundición	NOM W-38
Especificaciones para las propiedades mecánicas de los productos laminados de aluminio y sus aleaciones	NOM W-61
Materiales para cimbras	American Concrete Institute ACI-347

008.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

008.B.03.a El acero empleado en la construcción de cimbra deberá cumplir con los requisitos de calidad, muestreo y pruebas establecidos en la especificación 4.01.01.005.C.

008.B.03.b Salvo lo indicado en el proyecto, el aluminio empleado como material para cimbra, será de las aleaciones denominadas 6061-T6 y 6063-T6 (norma ACI-347); no se usará aluminio puro porque se expone a la corrosión al estar en contacto con el concreto fresco. El aluminio deberá cumplir con las propiedades establecidas en la tabla 008-1.

008.B.03.c El aluminio deberá usarse cuando lo autorice el Representante, con las recomendaciones y especificaciones que dicte el fabricante y bajo la responsabilidad del Contratista.

008.B.03.d Magnesio. Este material, cuando se use en los costados de los moldes, será empleado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y bajo la responsabilidad del Contratista.

008.C PLASTICO Y FIBRA DE VIDRIO PARA CIMBRAS

008.C.01 DESCRIPCION

008.C.01.a Los plásticos son materiales cuyos componentes principales son polímeros orgánicos sintéticos; aunque rígidos en su estado terminado, son lo suficientemente blandos en alguna etapa de su fabricación para ser moldeados fácilmente.

Tabla 008-1. Propiedades del aluminio

Tipo de Aleación	Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm^2)	Punto de cedencia, en MPa (kg/cm^2)	Resistencia al corte, en MPa (kg/cm^2)	Módulo de elasticidad, en MPa (kg/cm^2)
6 061-T6	131.0-193.0 (1 336-1 968)	275.8 (2 812)	82.8 (844)	68 943.2 (703 000)
6 063-T6	103.5-137.9 (1 055-1 406)	213.7 (2 179)	58.6 (598)	68 943.2 (703 000)

008.C.01.b Las láminas de poliésteres son hechas a base de un termofraguante duro, resistente al intemperismo y a la corrosión, que se utiliza reforzado con fibra de vidrio en la fabricación de moldes y cimbras para acabados aparentes.

008.C.01.c Los casetones de fibra de vidrio se emplean como cimbra aparente en losas reticulares; su forma es la de una pirámide truncada de diferentes dimensiones y alturas.

008.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pelo de ángel de poliestireno	NOM E-38
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Determinación de la resistencia en materiales plásticos espumados	ASTM D-1621
Determinación de la resistencia a la compresión de plásticos	DIN 53421
Determinación de la resistencia al corte de plásticos	DIN 53422
Determinación de la resistencia a la flexión de plásticos	DIN 53423
Determinación del coeficiente de conductividad en plásticos	DIN 4108

008.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

008.C.03.a Las láminas de poliésteres usadas en los moldes deben basarse en las recomendaciones del fabricante y emplearse bajo la responsabilidad del Contratista, previa autorización del Representante.

008.C.03.b Los casetones para losa reticular en las cimbras se emplearán con autorización del Representante; salvo lo indicado en el proyecto, deberán cumplir los siguientes requisitos:

Propiedades	Valor especificado
Peso volumétrico, en kg/m^3	1 200-1 700
Resistencia a la compresión, en kPa (kg/cm^2)	58.8-137 (0.6-1.4)
Resistencia al corte, en kPa (kg/cm^2)	441-686 (4.5-7.0)
Resistencia a la flexión, en kPa (kg/cm^2)	147-294 (1.5-3.0)
Coeficiente de conductividad térmica a 283 K (10°C), en W/m. [kcal/(h.m°C)]	0.0326 (0.028)
Resistencia a las vibraciones mecánicas después de 5 000 000 de vibraciones	Inalterado

Las dimensiones de los casetones para losa reticular deberán ser las indicadas en el proyecto.

008.D MATERIALES DE CARTON Y PAPEL PARA CIMBRAS

008.D.01 DESCRIPCION

El papel prensado y el cartón comprimido se usan como materiales para cimbras en columnas o como aligerantes en elementos de concreto.

008.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales de cartón y papel para cimbras deben basarse en los requisitos, pruebas y muestreo recomendados por el fabricante, previa autorización del Representante.

008.E CIMBRA ESTRUCTURAL PERDIDA

008.E.01 DESCRIPCION

008.E.01.a Es un sistema formado por láminas de acero galvanizado roladas, con un acabado estructural para proporcionar la forma indicada en el proyecto. Las láminas cuentan con un acanalado estructural y con relieves que les permitirán lograr máxima adherencia con el concreto, actuando a la vez como cimbra y armado de refuerzo.

008.E.01.b El sistema de cimbra estructural perdida es aplicable tanto a estructuras de acero como de concreto; se fija a las estructuras de acero mediante puntos de soldadura; cuando opera en estructuras de con-

creto, se ancla a las trabes principales para colarse en forma integral la trabe y la losa. Esta cimbra no se recupera.

008.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero galvanizadas	4.01.01.005.E
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso estructural	NOM B-66
Láminas de acero al carbono, laminadas en frío, calidad embutido	NOM B-272

008.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

008.E.03.a Los perfiles estructurales que integrarán la cimbra estructural perdida se fabricarán en lámina de acero galvanizado, con una composición química que cumpla con los requisitos establecidos para la clase A en la norma NOM B-66, señalados en 4.01.01.004.E de estas especificaciones.

008.E.03.b Los perfiles estructurales deberán usarse cuando lo señale el proyecto, bajo las recomendaciones y especificaciones que dicte el fabricante, previa autorización del Representante.

CAPITULO 4. 01. 01. 009

LAMINAS Y PRODUCTOS DE NEOPRENO

009.A APOYOS LAMINADOS DE NEOPRENO Y ACERO

009.A.01 DESCRIPCION

009.A.01.a Apoyos de neopreno y acero. Son apoyos elastoméricos en forma de paralelepípedo, constituidos por varias capas de neopreno, limitadas cada una de ellas por una lámina delgada de acero fuertemente adherida a las capas de neopreno mediante el proceso de fabricación a base de presión y calor, conocido como vulcanización.

009.A.01.b Los apoyos laminados de neopreno y acero se emplean para la transmisión de cargas de las trabes a las columnas o a la base de apoyo. La forma, dimensiones y número de capas de neopreno y de acero que forman los apoyos a emplearse en las estructuras del Metro, se especificarán en los planos de proyecto.

009.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural (A-36)	4.01.01.005.C
Acero estructural, laminado en frío (NOM B-318; ASTM A-611)	4.01.01.005.D
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Determinación de la deformación permanente por compresión, en elastómeros vulcanizados	ASTM D-395
Determinación de las propiedades de tensión en elastómeros	ASTM D-412
Determinación de la adherencia desarrollada durante la vulcanización	ASTM D-429
Determinación de la resistencia al calor: variación de dureza, resistencia a la tensión y alargamiento	ASTM D-573
Determinación de la dureza (durómetro)	ASTM D-2240

009.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

009.A.03.a Propiedades físicas del neopreno. Las placas de neopreno deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 009-1.

009.A.03.b Propiedades físicas del acero. El acero de las placas separadoras de cada capa de neopreno deberá cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 009-2.

009.A.03.c Tolerancias geométricas en la fabricación de apoyos de neopreno. Todos los apoyos se construirán con las dimensiones señaladas en el proyecto. Los componentes del apoyo, el neopreno y las láminas separadoras de acero deberán formar una unidad integral. La variación permisible, respecto a las dimensiones y formas de los apoyos terminados de neopreno y acero, será la indicada en la tabla 009-3.

009.A.03.d Propiedades mecánicas de los apoyos

1. Ensayes destructivos. Este tipo de ensayes se realizará para determinar el módulo de elasticidad transversal (G), la resistencia a la ruptura en compresión y la adherencia entre el elastómero y las láminas separadoras, que se logran con los materiales y el proceso de fabricación empleados para formar los apoyos. Las probetas necesarias para los ensayes deberán tener el mismo espesor total que las placas del apoyo a controlar, o estar constituidas por lo menos de dos capas de elastómero y de tres láminas separadoras de acero; el espesor total del elastómero deberá ser por lo menos de 15 mm. Las probetas deberán tener una dimensión mínima de 150 y 200 mm para la determinación de G y de la adherencia entre neopreno y acero; para la determinación de la resistencia a la ruptura en compresión, se usarán probetas con dimensiones de 100 x 100 mm como mínimo.

Las propiedades mecánicas deberán ser las siguientes:

1. El valor del módulo de elasticidad transversal obtenido de los ensayes deberá estar comprendido dentro del intervalo:

   $0.94\ MPa\ (9.54\ kg/cm^2) < G < 1.26\ MPa\ (12.90\ kg/cm^2)$

1.2 La resistencia a la ruptura en compresión debe ser por lo menos igual a seis veces el esfuerzo de servicio previsto para el apoyo.

1.3 Para controlar la liga entre el elastómero y las placas separadoras de acero, se debe someter la probeta utilizada para determinar G, a una distorsión horizontal igual a dos veces el espesor de cada una de las capas de elastómero que formen la probeta. Al producirse esta distorsión, no se deberá presentar ningún desprendimiento entre el elastómero y las láminas de acero, y la curva esfuerzo cortante-distorsión no deberá presentar puntos angulosos ni discontinuidades.

Tabla 009-1. Propiedades físicas del neopreno

Propiedades físicas	Valor especificado
Clase (durómetro):	
Dureza Shore "A"	60 ± 5
Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm^2), mínimo	17.2 (175)
Alargamiento, porcentaje mínimo	350
Resistencia al calor, 70 horas a 373.15 K (100°C)	
Variación en su dureza, máximo	0 a + 15
Variación de su resistencia a la tensión, porcentaje máximo	± 15
Variación de su alargamiento, porcentaje máximo	± 40
Deformación permanente a la compresión, 22 horas a 373.15 K (100°C), porcentaje máximo	35
Adherencia desarrollada durante la vulcanización, en N/m (kg/m)	7 002 (714)
Se puede aceptar una tolerancia del 10 por ciento de variación de estas propiedades físicas, si se obtienen en probetas de tamaño menor al de los apoyos a usarse en la estructura.	

Tabla 009-2. Propiedades físicas del acero

Propiedades físicas	Tipo de estructura	
	Para puentes peatonales (ASTM A-611, Grado B)	Para puentes de vehículos y del Metro (ASTM A-36)
Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm^2), mínima	304 (3 100)	412 (4 200)
Esfuerzo de fluencia, en MPa (kg/cm^2), mínimo	201 (2 050)	247 (2 520)
Alargamiento a la falla, medido a una distancia de 50 mm, porcentaje mínimo	24	22
Las láminas de acero deberán obtenerse de un proceso de rolado en frío		

2. Ensayes no destructivos. Deberán apegarse a los requisitos establecidos en 009.A.03.e y 009.A.03.f de esta sección.

009.A.03.e Proceso de ensaye. La secuencia de cargas verticales que produzca el proceso a que se verá sujeto el apoyo por acción de las cargas y deformaciones que le serán impuestas en la estructura real, será como se describe enseguida:

1. Para estructuras en puentes peatonales:

1.1 La deformación vertical del apoyo no deberá exceder del 15 por ciento de la suma de espesores de las capas de neopreno (T).

1.2 Aplicación de un esfuerzo vertical de 0.5 MPa (5.1 kg/cm^2); ajustar en este momento los micrómetros para tomar la lectura base de comparación (cero) de la deformación vertical del apoyo.

Tabla 009-3. Tolerancias geométricas

Concepto	Tolerancias, en mm
Dimensiones verticales:	
Apoyos de espesor total promedio ≦ 32 mm	- 0, + 3.2
Apoyos de espesor total promedio mayor de 32 mm	- 0, + 6.4
Dimensiones horizontales:	
Para cualquier dimesniõn horizontal ≦ 900 mm	- 0, + 6.4
Para dimensiones mayores de 900 mm	- 0, + 12.7
Espesor de cada capa de neopreno	± 3.2
Variación desde un plano paralelo a la superficie teõrica, determinada por mediciones en los extremos del apoyo terminado:	
Para las caras horizontales (altura)	3.2
Para las caras laterales de apoyo (largo y ancho)	6.4
Para láminas separadoras individualmente	3.2
Tamaño y posición de agujeros, ranuras o insertos	± 3.2
Posición de los agujeros perforados en las láminas separadoras	± 3.2
Los bordes de las láminas separadoras deberán estar cubiertos por un mínimo de 3.2 mm de neopreno, excepto para aquellas láminas en que se indique lo contrario en los planos del proyecto	

1.3 Incrementar gradualmente el esfuerzo vertical aplicado hasta 9.8 MPa (100 kg/cm²) y medir la deformación vertical registrada por los micrómetros.

1.4 Disminución gradual del esfuerzo vertical en el apoyo, hasta su descarga total.

1.5 De los ensayes efectuados deberán elaborarse gráficas esfuerzo-deformación unitaria, calculada ésta siempre con relación al espesor efectivo de las láminas de neopreno en el apoyo real.

Para estructuras de puentes para vehículos y del Metro:

2.1 La deformación vertical del apoyo tipo móvil no deberá exceder del 7 por ciento de la suma de espesores de las capas de neopreno (T), y su límite de elasticidad al esfuerzo cortante no deberá exceder de 1.265 MPa (12.9 kg/cm²).

2.2 Aplicación de un esfuerzo vertical de 0.5 MPa (5.1 kg/cm²).

2.3 Inducción de una deformación lateral de 0.2T entre la arista superior e inferior de los lados más largos del apoyo.

2.4 Incremento hasta 2.99 MPa (30.5 kg/cm²) en el esfuerzo vertical aplicado.

2.5 Incremento de la deformación lateral hasta alcanzar 0.4T de desplazamiento entre las aristas superior e inferior del apoyo antes descritas.

2.6 Incremento hasta 9.8 MPa (100 kg/cm²) en el esfuerzo vertical aplicado.

2.7 Descarga total de la fuerza aplicada para inducir la deformación lateral, midiendo la recuperación que presente el apoyo en estas condiciones y manteniendo el esfuerzo vertical de 9.8 MPa (100 kg/cm²).

2.8 Disminución gradual del esfuerzo vertical en el apoyo, hasta su descarga total.

2.9 De los ensayes efectuados deberán elaborarse gráficas esfuerzo-deformación unitaria, calculada ésta siempre con relación al espesor efectivo de la lámina de neopreno en el apoyo real.

2.10 La frecuencia de los ensayes y mediciones de certificación será de acuerdo con lo indicado en la tabla 009-4.

009.A.03.f Criterio de aceptación de los apoyos

1. Para aceptar que los apoyos de tamaño real se coloquen en las estructuras, ensayados de acuerdo con las restricciones establecidas en 009.A.03.e de esta sección, no deberán presentar ningún desgarramiento, desprendimiento o extrusión en ninguna de sus capas de neopreno. Si cualquiera de las condiciones señaladas no se cumple, el apoyo será rechazado y no podrá colocarse en la estructura.

Tabla 009-4. Frecuencia de ensayes y mediciones de certificación

Ensaye o medición	Frecuencia de realización
Verificación de las propiedades físicas del neopreno	Una serie completa de ensayes en cada una de tres probetas tomadas de cada lote de fabricación o adquisición del neopreno para usarse en apoyos de un mismo tipo
Verificación de las propiedades físicas del acero de las láminas separadoras	Una serie completa de ensayes a cada una de dos probetas tomadas de cada lote de material fabricado o adquirido para su uso en apoyos de un mismo tipo
Ensayes destructivos en probetas elaboradas para ese propósito	Una serie completa sobre cada uno de tres juegos de probetas para compresión y esfuerzo cortante, por cada 50 apoyos formados, de cualquier tipo
Ensayes no destructivos en los apoyos móviles	Un ensaye en cada apoyo fabricado

2. Los apoyos destinados a ser del tipo fijo en la estructura se ensayarán en el laboratorio para certificar que se cumplen las siguientes restricciones:

2.1 Para apoyos en estructuras de puentes peatonales, al someterse a un esfuerzo de compresión de 6.86 MPa (70 kg/cm^2), uniformemente distribuido en su área, la deformación del apoyo fijo de tamaño real no deberá exceder del 15 por ciento de la suma de los espesores de las capas de neopreno que forman parte de dicho apoyo.

2.2 Para apoyos en estructuras para vehículos y del Metro, al someterse a un esfuerzo de compresión de 9.8 MPa (100 kg/cm^2), uniformemente distribuido en su área, la deformación del apoyo fijo de tamaño real no deberá exceder del 7 por ciento de la suma de los espesores de las capas de neopreno que formen parte de dicho apoyo.

2.3 En el ensaye no deberán aparecer desgarramientos, desprendimientos ni extrusiones en las capas de neopreno del apoyo.

2.4 Los apoyos fijos que cumplan las restricciones de los párrafos anteriores serán aceptados para su colocación en la estructura. El incumplimiento de cualquiera de las restricciones motivará el rechazo del apoyo.

009.B APOYOS DE COJINETES DESLIZANTES AMORTIGUADORES

009.B.01 DESCRIPCION

Esta especificación cubre los requerimientos mínimos que deben cumplir los dispositivos de apoyo, su instalación y su montaje en la nariz de las estructuras presforzadas.

Los dispositivos de apoyo a que se refiera esta especificación son cojinetes deslizantes amortiguadores del tipo "Cubo encapsulado"; las dimensiones y características generales serán las indicadas en el proyecto, o en la forma mostrada en la fig 009-1 para el apoyo con movimiento libre y en la fig 009-2 para el apoyo fijo.

Los componentes de cada dispositivo se enlistan y describen a continuación:

1. Dispositivo de apoyo con movimiento libre multidireccional

1.1 Placa base inferior. Accesorio formado por una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm con un

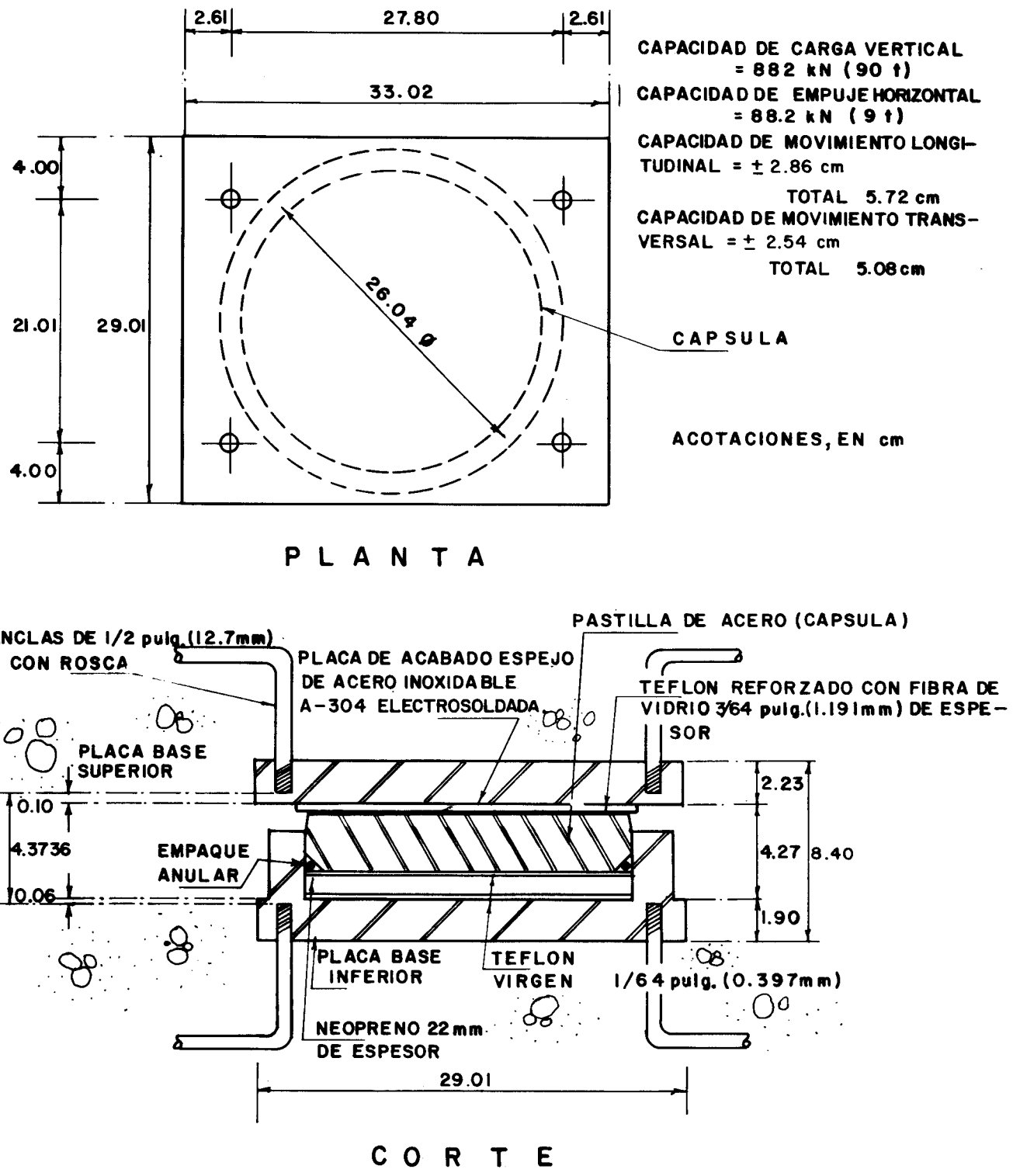


Fig 009-1 Dispositivo de apoyo con movimiento libre multidireccional

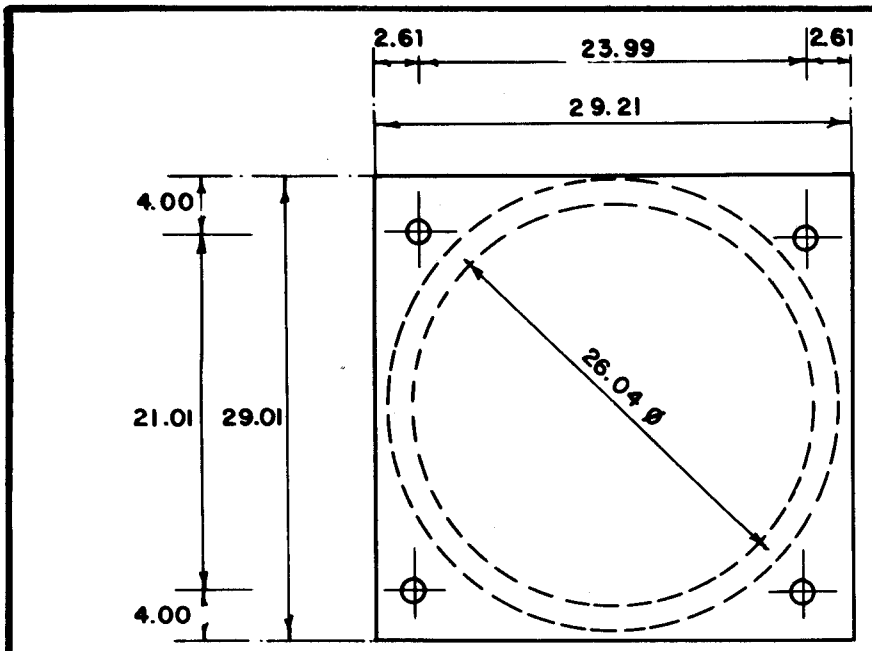
anillo del mismo material de 26.04 cm de diámetro, provista de cuatro anclas de 12.7 mm (1/2") de diámetro.

1.2 Pastilla circular de neopreno de 22 mm de espesor con sus dos caras recubiertas con teflón virgen de 0.397 mm (1/64") de espesor.

1.3 Empaque anular. Anillo de bronce o latón recubierto con teflón.

1.4 Pastilla de acero (cápsula). Placa circular de acero con su cara superior recubierta con teflón reforzado con fibra de vidrio de 1.191 mm (3/64") de espesor.

1.5 Placa base superior. Accesorio consistente en una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm con una placa de acero inoxidable tipo A-304-2B acabado espejo, electrosoldada a ella; cuenta con cuatro anclas de 12.7 mm (1/2") de diámetro.



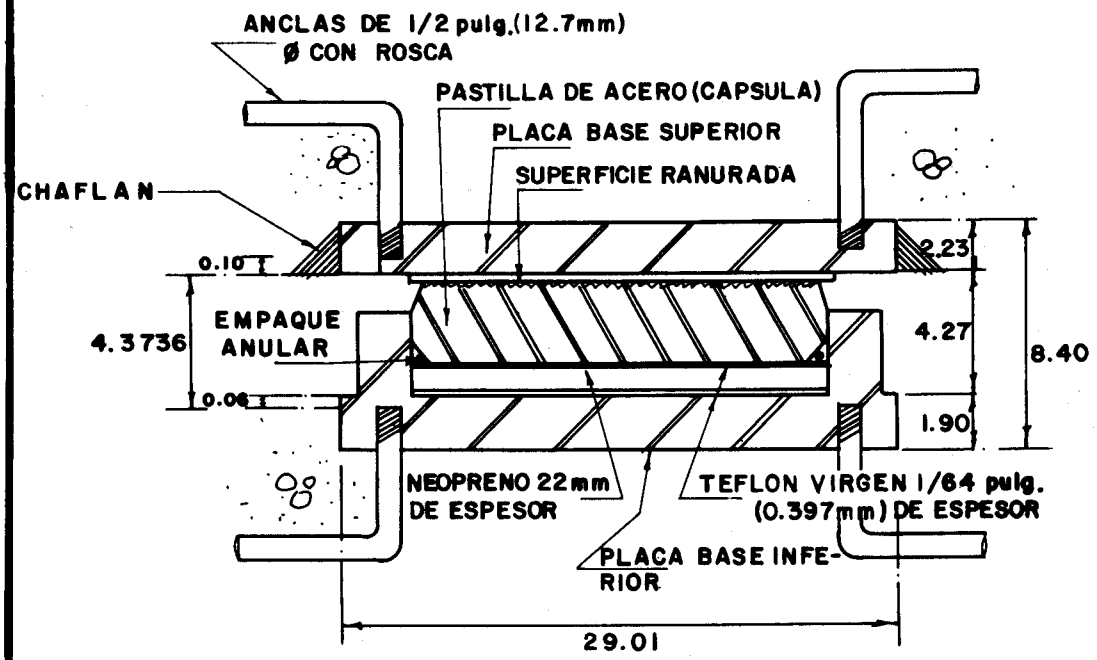
NOTAS

CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL = 882 kN (90 t)

CAPACIDAD DE EMPUJE HORIZONTAL = 88.2 kN (9 t)

ACOTACIONES, EN cm

PLANTA



CORTE

Fig 009-2 Dispositivo de apoyo fijo

2. Dispositivo de apoyo fijo

2.1 Placa base inferior. Accesorio consistente en una placa de acero de 29.01 x 29.21 cm con un anillo del mismo material de 26.04 cm de diámetro, provista de cuatro anclas de 12.7 mm (1/2") de diámetro.

2.2 Pastilla circular de neopreno. Tiene un espesor de 22 mm y sus dos caras están recubiertas con teflón virgen de 0.397 mm (1/64") de espesor.

2.3 Empaque anular. Anillo de bronce o latón recubierto con teflón.

2.4 Pastilla de acero (cápsula). Pieza circular de acero con su cara superior ranurada.

2.5 Placa base superior. Accesorio consistente en una placa de acero de 29.01 x 29.21 cm con su cara expuesta ranurada, provista de cuatro anclas de 12.7 mm (1/2") de diámetro.

009.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Especificación para materiales de moldeo y extrusión PTFE	ASTM D-1457
Método de prueba para determinar la deformación de plásticos bajo carga	ASTM D-621
Método de prueba para determinar las propiedades de plásticos rígidos a la compresión	ASTM D-695
Método de prueba para determinar la densidad y gravedad específica de plásticos por desplazamiento	ASTM D-792
Método de prueba para determinar las propiedades del hule a la tensión	ASTM D-412
Método de prueba para determinar la deterioración del hule por efecto del calor	ASTM D-573
Método de prueba para determinar las propiedades de los hules en compresión	ASTM D-395
Método de prueba para determinar las propiedades de los hules por efecto de los líquidos	ASTM D-471
Método de prueba para determinar la dureza de los hules, mediante el durómetro	ASTM D-2240
Especificación para aleaciones de acero en barras sujetas a requerimientos de templado por inmersión	ASTM A-304

009.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

009.B.03.a Tolerancias de fabricación

Las siguientes pruebas de calidad de los materiales deberán cumplirse, para lo cual el Representante designará a la empresa que efectuará las pruebas y supervisará la ejecución de éstas. La supervisión que designe el Representante, proporcionará al proveedor de los elementos presforzados, copia de los resultados de dichas pruebas, así como el número de identificación del lote de elementos y/o dispositivos amparados por dichas pruebas. El número de pruebas a efectuar será el siguiente:

1. Para el dispositivo: Uno de cada 400 dispositivos será sometido a las pruebas enlistadas. Dicha prueba será doble simultánea a fin de simular el comportamiento de la trabe.

2. Para el neopreno: Una de cada 100 pastillas de neopreno será sometida a la serie de pruebas especificadas.

3. Para el teflón virgen y reforzado: Una por cada 100 pastillas de neopreno.

009.B.03.b Neopreno encapsulado-confinado (pastilla circular de 22 mm de espesor).

Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Dureza durómetro A:	50 ± 5
2. Resistencia a la tensión:	17.3 MPa (176 kg/cm²)
3. Elongación a la ruptura:	400% máximo
4. Resistencia al calor:	Cambio en propiedades originales después de 70 h a 378 K (105°C)
Dureza Shore A:	Cambio en puntos de − 0 a + 15
Pérdida de elongación:	40% máximo
Pérdida de resistencia a la tensión:	15% máximo
5. Deformación permanente bajo compresión, después de 22 h a 373 K (100°C)	35%
6. Resistencia al envejecimiento por aceite* (cambio máximo en volumen después de 70 h inmerso en aceite ASTM No. 3 a 373 K (100°C)	80%

009.B.03.c Teflón virgen encapsulado (aplicado a las caras de la pastilla de neopreno)

Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Gravedad específica:	2.17
2. Resistencia a la tensión:	A lo largo de la fibra, 19.7 MPa (200 kg/cm²)
	Normal a la fibra, 22 MPa (225 kg/cm²)
3. Alargamiento:	A lo largo de la fibra, 275%
	Normal a la fibra, 350%
4. Deformación a ..... 13.8 MPa (141 kg/cm²) durante 24 horas	
Deformación total:	A lo largo de la fibra, 14.3%
	Normal a la fibra, 16.7%

* Este requerimiento se incluye como alternativa que asegure un compuesto de neopreno de alta calidad.

Deformación permanente:	A lo largo de la fibra, 7.9 %
	Normal a la fibra, 8.4 %
5. Resistencia a la compresión:	A lo largo de la fibra, 6.9 MPa (70 kg/cm²)
	Normal a la fibra, 7.6 MPa (77 kg/cm²) 0.2 % desfasado
6. Dureza Shore D:	51

009.B.03.d Teflón reforzado con fibra de vidrio (aplicado a la cara superior de la pastilla de acero o cápsula).

Deberá bonderizarse bajo presión y temperatura controladas y tener superficie lisa y libre de defectos. Además, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Gravedad específica:	2.22
2. Resistencia a la tensión:	A lo largo de la fibra, 13.8 MPa (141 kg/cm²)
	Normal a la fibra, 15.2 MPa (155 kg/cm²)
3. Alargamiento:	A lo largo de la fibra, 250 %
	Normal a la fibra, 225 %
4. Deformación:	A lo largo de la fibra, 5.67 %
	Normal a la fibra, 7.80 %
5. Deformación permanente:	A lo largo de la fibra, 3.77 %
	Normal a la fibra, 4.90 %
6. Resistencia a la compresión:	A lo largo de la fibra, 11.7 MPa (120 kg/cm²)
	Normal a la fibra, 8.3 MPa (84.4 kg/cm²) 0.2 % desfasado
7. Dureza Shore D:	57
8. Factor de desgaste:	10 %
9. Coeficiente de fricción estática a 0.23 MPa (2.34 kg/cm²):	0.07
10. Higroscopicidad	Deberá absorber menos de 0.01 % de agua

009.B.03.e Pruebas a las que se sujetará el apoyo

1. Análisis del desarrollo de la fricción

   Se ensayarán dos cápsulas de acero colocadas una contra otra, con la placa deslizante entre las dos (ver fig 009-3). La prueba consistirá en determinar el efecto de varias presiones verticales sobre el coeficiente de fricción. Se deberá montar en la máquina de prueba y la placa deslizante correrá a presiones predeterminadas y a una velocidad constante de 2.54 cm por minuto en cada prueba.

   Se obtendrá el coeficiente estático y dinámico, verificando el desgaste superficial promedio y el flujo en frío promedio después de 100 ciclos para 196 kN (20 t). Se harán pruebas a 2452, 4903, 7355, 9807, 49035, 98070 y 196140 N (250, 500, 750, 1000, 5000, 10000 y 20000 kg).

2. Prueba acelerada de flujo en frío bajo carga

   En esta prueba se simulará el movimiento que sufrirá durante 30 años (considerando un ciclo de dilatación y contracción completo diario por la diferencia de temperatura normal entre el día y la noche), que equivale a más de 11 000 ciclos. Se medirá el espesor de la cápsula en cuatro puntos diametralmente opuestos (fig 009-4) antes y después de la prueba.

3. Secuencia de las pruebas

   3.1 Pruebas no destructivas

   3.1.1 Dimensiones de las cápsulas 1 y 2 en los puntos A, B, C y D (Ver fig 009-4).

   3.1.2 Rugosidad de la superficie de la placa de acero inoxidable A-304, acabado espejo.

   3.1.3 Dureza en el teflón virgen.

   3.1.4 Dureza en el teflón reforzado con fibra de vidrio.

   3.2 Pruebas de corta duración

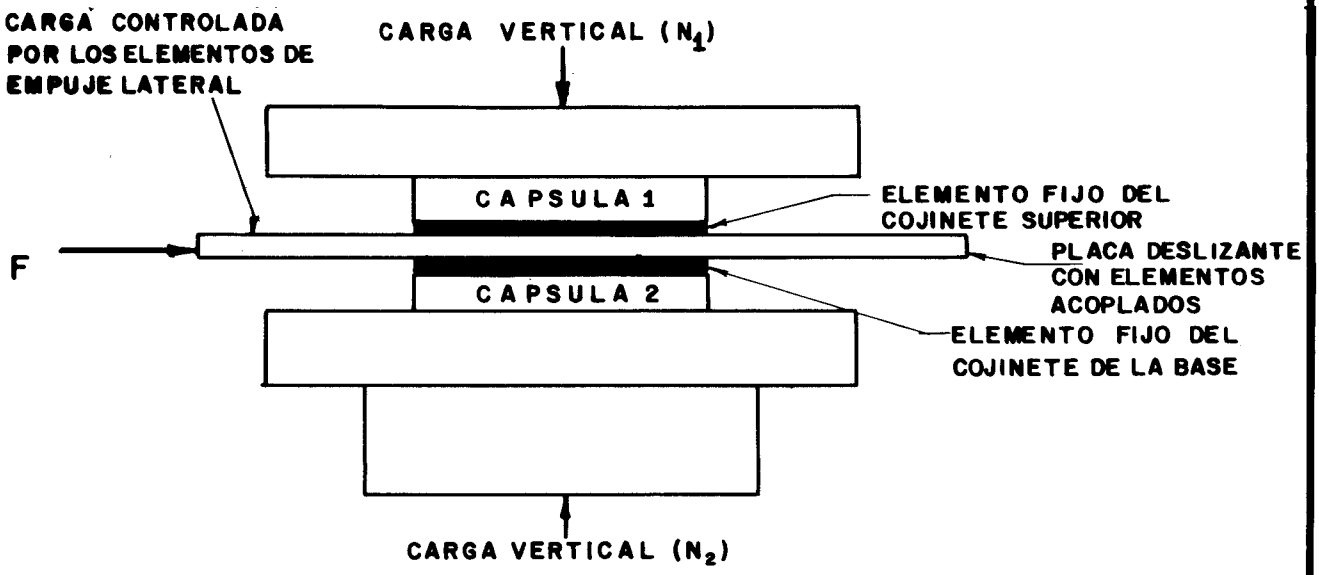
   3.2.1 Análisis del desarrollo de la fricción (Ver formas de registro de los anexos 009-1 y 009-2). La prueba consistirá en aplicar una carga vertical creciente, indicando para cada incremento la fuerza necesaria para iniciar el movimiento (obtenido del coeficiente de fricción estático) y la fuerza necesaria para sostener el movimiento (coeficiente de fricción dinámico).

   3.2.2 Comprobación del desgaste superficial en el teflón reforzado, midiendo el espesor de la cápsula después de cada incremento de carga.

   3.2.3 Inspección visual, midiendo, si la hubiere, la fluencia del teflón reforzado bonderizado en la cara de cada cápsula.

   3.3 Prueba de calificación a 11 000 ciclos. Esta prueba será la acelerada de fluencia en frío bajo carga variable, como continuación de la anterior.

   3.3.1 Se aplicarán cargas variables a 172, 176.5, 186.3, 191.2 y 196.1 kN (17.5, 18, 19, 19.5 y 20 t), etc., siguiendo la secuencia que se desee arbitrariamente.



$$\mu = \frac{F}{N\,tot}\,,\quad N\,tot = N_1 + N_2\,;\quad \mu = \frac{F}{N_1 + N_2}$$

POR EQUILIBRIO $\sum Fv = 0 \qquad N_1 = N_2$

$$\therefore\ \mu = \frac{F}{2N_1} = \frac{F}{2N_2}\quad ;\quad \mu = \frac{\frac{F}{2}}{N_1} = \frac{\frac{F}{2}}{N_2}$$

Fig 009-3 Análisis evolutivo de la fricción

3.3.2 Simultáneamente se registrará la carga estática y dinámica necesarias para mover la placa y obtener los coeficientes de fricción.

3.3.3 Al final de los 11 000 ciclos, se desmontarán las cápsulas 1 y 2, midiendo el espesor en los puntos A, B, C y D para determinar el desgaste y verificar visualmente si hubo fluencia del material en las caras de teflón reforzado.

3.4 Pruebas destructivas. Se harán al final, después de que las muestras logren calificar.

3.4.1 Para el conjunto de las cápsulas 1 y 2 y la placa deslizante, se podrán efectuar hasta 70 000 ciclos con carga uniforme de 196.14 kN (20 t), luego inclinar un grado y efectuar otros 1000 ciclos y finalmente efectuar a 245.18 kN (25 t) 1000 ciclos, a 294.21 kN (30 t) otros 1000 ciclos, a 343.24 kN (35 t) otros 1000 ciclos, y así hasta llegar al punto en que la carga sea tal que la cápsula pierda, por aplastamiento o fluencia, la capa de teflón reforzado. Se tomará nota en qué punto falló.

3.4.2 Para la probeta de teflón virgen se efectuarán las pruebas destructivas de tensión y ruptura en el sentido de la fibra y cruzado, midiendo las deformaciones permanentes, etc.; si es necesario se cortará la probeta.

3.4.3 Para el teflón reforzado se efectuarán las pruebas indicadas para el teflón virgen midiendo también la humedad del aire y la higroscopicidad; se cortará la probeta si fuera necesario.

3.5 Probetas del acabado. Se entregarán laminillas recubiertas con zinc inorgánico para que se prueben en cámara salina o en cámara ácida enmascarando la parte posterior y dar el equivalente de larga vida.

3.6 Características que deberá cumplir el mecanismo de apoyo. Se divide en dos clasificaciones: de tipo fijo, que admitirá solamente libre rotación y de tipo movimiento libre, que deberá admitir libre rotación así como movimiento horizontal en cualquier dirección.

3.6.1 Rotación. El mecanismo de apoyo tendrá una construcción que admita una rotación total mínima de 3 grados $\pm$ 5 por ciento.

3.6.2 Dimensionamiento del acero. Se tomará un margen del 60 por ciento del punto de fluencia (igual que para cualquier

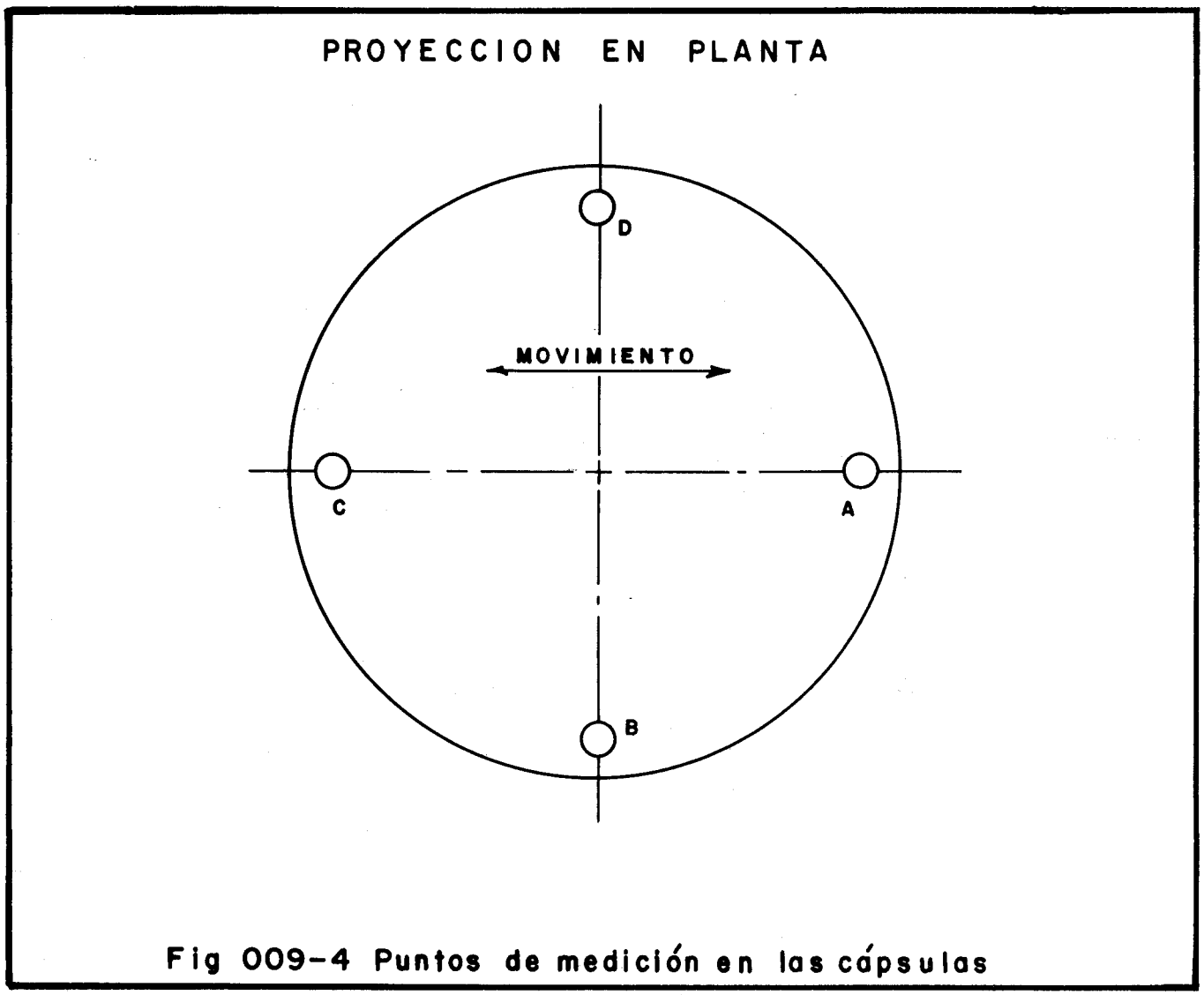


Fig 009-4 Puntos de medición en las cápsulas

cálculo estructural) y este factor entrará como eficiencia de la fibra en la fórmula de Barlow para cilindros hidráulicos.

3.6.3 Deslizamiento. La construcción del mecanismo deberá ser capaz de aceptar un movimiento de ± 2.54 cm (1") como mínimo para apoyos de tipo movimiento libre y lateralmente restringidos.

3.6.4 Anclaje. Dependiendo del material de la estructura, podrá soldarse el dispositivo directamente al acero o anclas de acero para ahogarse en el concreto, o a placas de soporte ahogadas también en el concreto. Este detalle se efectuará de acuerdo a los planos de proyecto.

3.6.5 Acabado de protección atmosférico ambiental. Todas las superficies deberán ser protegidas con una capa de zinc inorgánico con alto contenido de sólidos, de 80 por ciento en peso mínimo en la película seca, debiendo ser de 0.004 pulg. de espesor mínimo, si se trata de superficies de capa única, o de 0.003 pulg. más un recubrimiento de epoxi-poliamida de 0.002 a 0.003 pulg. Este recubrimiento debe ser clasificado para el uso marino o industrial más severo, a fin de garantizar la más larga vida posible.

3.7 Requisitos de embarque y almacenamiento

3.7.1 Cada juego de dispositivos de apoyo se ensamblará en fábrica, siendo cada uno de sus componentes marcado e identificado mediante etiquetas autoadheribles, las cuales al ser desprendidas no dejarán ningún residuo de adhesivo. Tratándose de piezas metálicas, la identificación deberá ser permanente.

3.7.2 Las placas superior e inferior contarán con líneas de centro para su alineación en campo y todo el conjunto se empaquetará con protección contra la humedad.

3.7.3 Cualquier empaque deteriorado podrá ser rechazado por el fabricante de la estructura presforzada y éste pedirá al Representante la aceptación del lote de dispositivos que cumpla con las especificaciones.

3.7.4 Todos los dispositivos serán almacenados en lugares secos y limpios, libres de sustancia. Se evitará de cualquier manera que se almacenen en ambientes húmedos y/o ácidos.

009.B.03.f Tolerancias en la instalación

La instalación de los dispositivos de apoyo (accesorios T-3, T-5 y T-6 de las figs 009-5 a 009-9), correrá a cargo del fabricante de los elementos presforzados, debiendo quedar ubicados en los sitios indicados en los planos aprobados y dentro de las siguientes tolerancias.

1. Tolerancia longitudinal. El accesorio T-3 (placa base inferior) se fijará al accesorio T-1 (ángulo de nariz) y al molde mediante tornillos o cualquier otro medio de fijación aprobado por el Representante con una tolerancia de ± 0.5 mm, a partir del extremo del accesorio T-1. La longitud total del extremo del accesorio T-3, al extremo del accesorio del punto opuesto de la trabe TA-2, no excederá en ± 1.0 mm de la longitud teórica *l* (16 280 mm) (fig 009-5).

   El accesorio T-5 o el T-6 (placa base superior) se fijará al accesorio T-14 o T-15 (ángulo de nariz) y al molde, mediante tornillos o cualquier otro medio de sujeción aprobado por el Representante, con una tolerancia de ± 0.5 mm a partir del extremo del accesorio T-14 o del T-15. La longitud total de extremo del accesorio T-5 o del T-6 al extremo del accesorio del punto opuesto de la trabe TC-1, no excederá de ± 1.0 mm de la longitud teórica *l* (24 340 mm) (fig 009-6).

2. Tolerancia transversal. Los accesorios T-3, T-5 y T-6 no rebasarán su línea de centro a la línea de centro de los accesorios T-1, T-14 y T-15 en ± 0.5 mm. La línea de centro de los accesorios T-1, T-14 y T-15 será la proyección sobre éstos de la línea que une los puntos medios de los extremos de los patines inferior y superior de las trabes (fig 009-7).

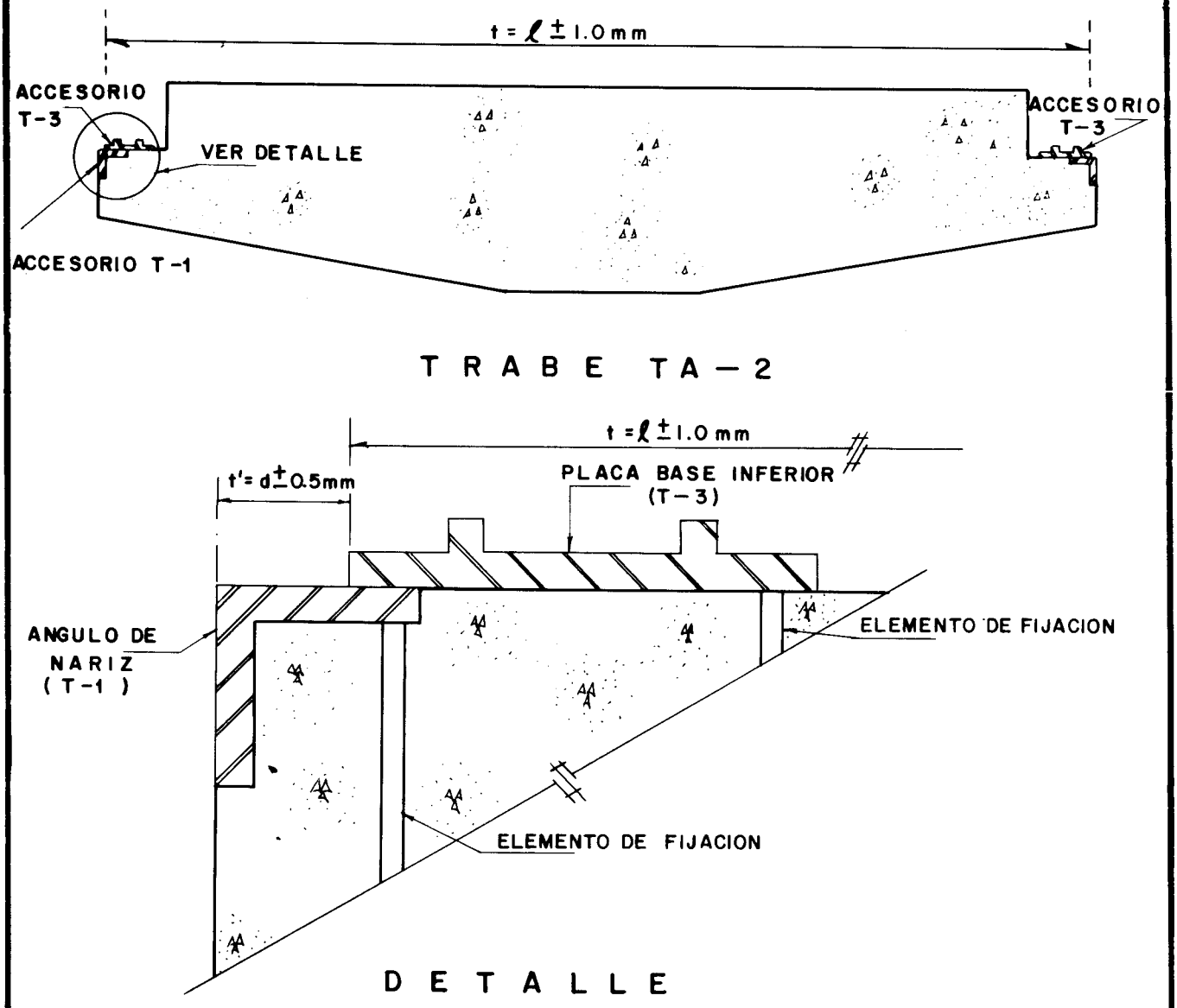
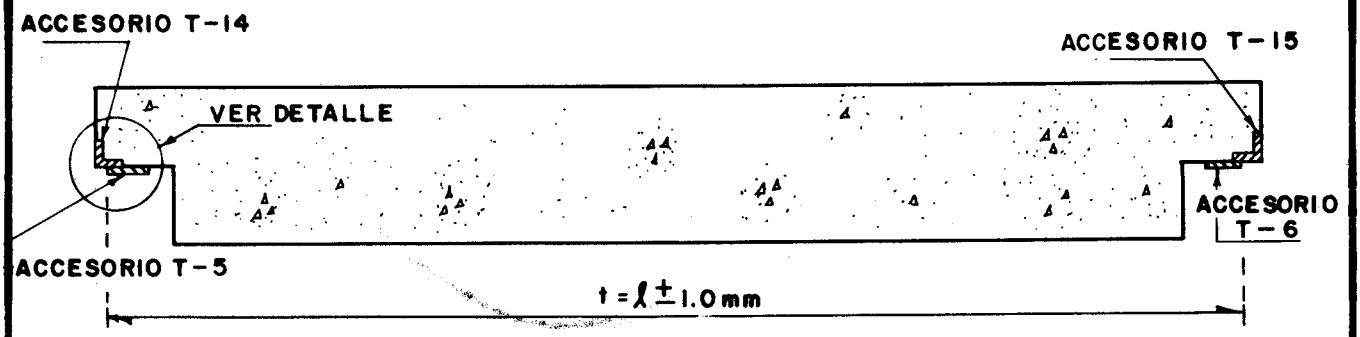
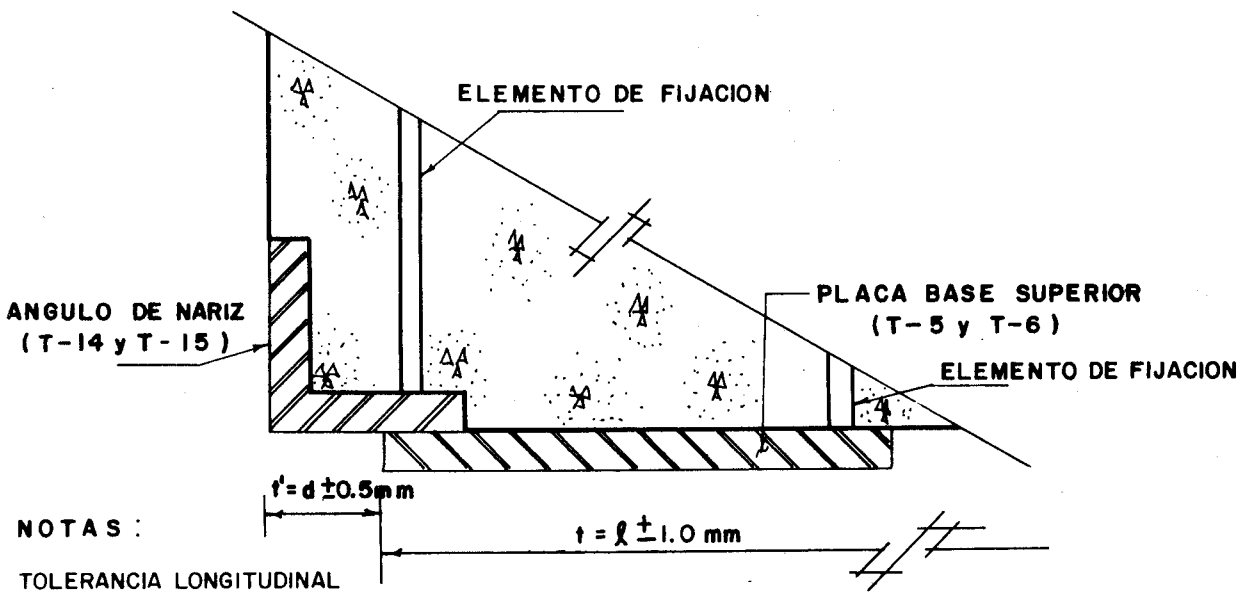


Fig 009-5 Instalación de los accesorios T-1 y T-3 en las trabes



T R A B E T C – 1



D E T A L L E

NOTAS :

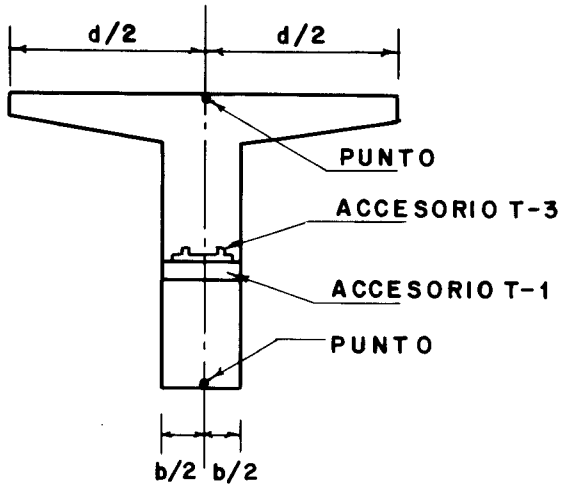
t TOLERANCIA LONGITUDINAL

ℓ LONGITUDINAL TOTAL DEL EXTREMO DEL ACCESORIO T-5 AL EXTREMO DEL ACCESORIO T-6, DE LA TRABE TC-1

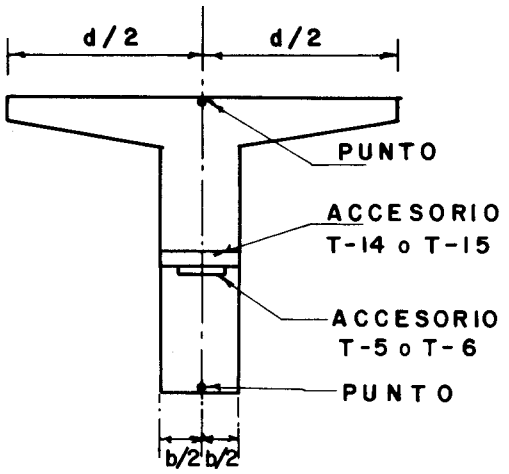
t' TOLERANCIA ENTRE LOS ACCESORIOS T-14 o T-15 a T-5 o T-6

d DISTANCIA ENTRE LOS ACCESORIOS T-14 o T-15 a T-5 o T-6

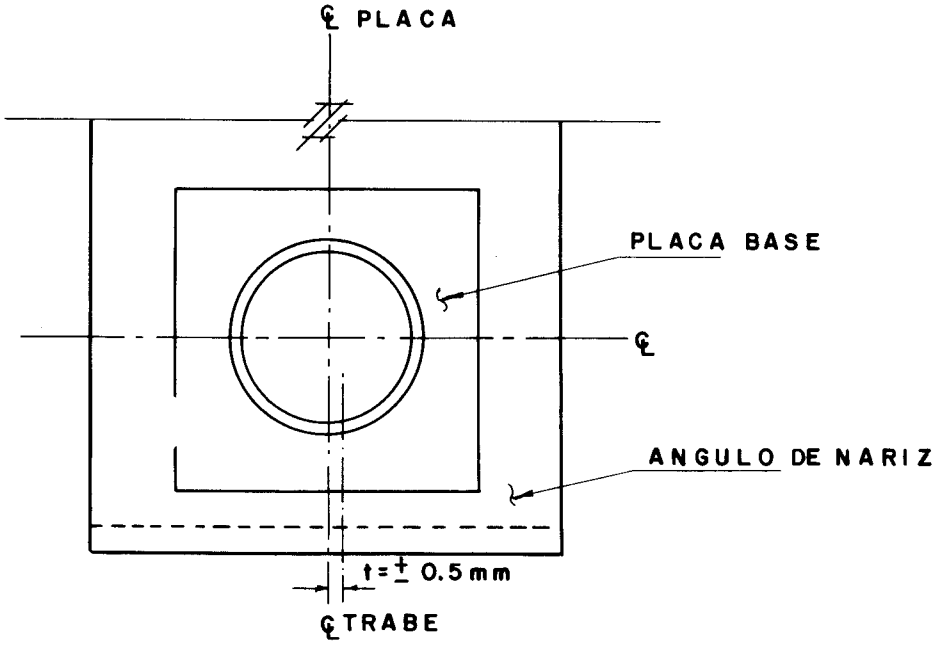
Fig 009-6 Instalación de los accesorios T-5, T-6, T-14 y T-15 en las trabes



TRABE TA-2



TRABE TC-1



P L A N T A

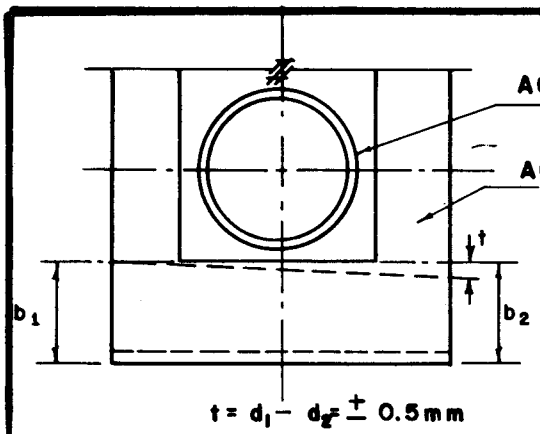
NOTAS:

† TOLERANCIA MAXIMA EN LA LINEA DEL CENTRO EN LA INSTALACION DEL ACCESORIO T-3

Fig 009-7 Tolerancia transversal en la instalación de los dispositivos de apoyo en trabes

3. Encuadre de los dispositivos de apoyo. Por ningún concepto se aceptarán elementos cuyos accesorios no se encuentren perfectamente centrados y encuadrados con respecto a los accesorios T-1, T-14 y T-15. Para esto, se tomarán medidas en los extremos de los accesorios T-3, T-5 y T-6 con respecto a los bordes de los accesorios metálicos y la diferencia no excederá de ± 0.5 mm en cada trabe (fig 009-8).

4. Horizontalidad longitudinal. La horizontalidad longitudinal de los accesorios T-3, T-5 y T-6 no excederá de ± 0.5 mm de diferencia entre las mediciones de los extremos de las placas base de los accesorios a la línea que une los bordes laterales de los accesorios T-1, T-14 y T-15. Para llevar a cabo estas mediciones, se marcará con segueta o punzón, sobre los extremos laterales de los accesorios T-3, T-5 y T-6 y a una cierta distancia del borde superior o inferior en su caso, una muesca en cada extremo del elemento para posteriormente unir estos dos puntos con un alambre de acero perfectamente tenso. Este procedimiento se llevará a cabo por los dos lados de las trabes, ya que los cuatro puntos fijados servirán para dar la horizontalidad transversal.



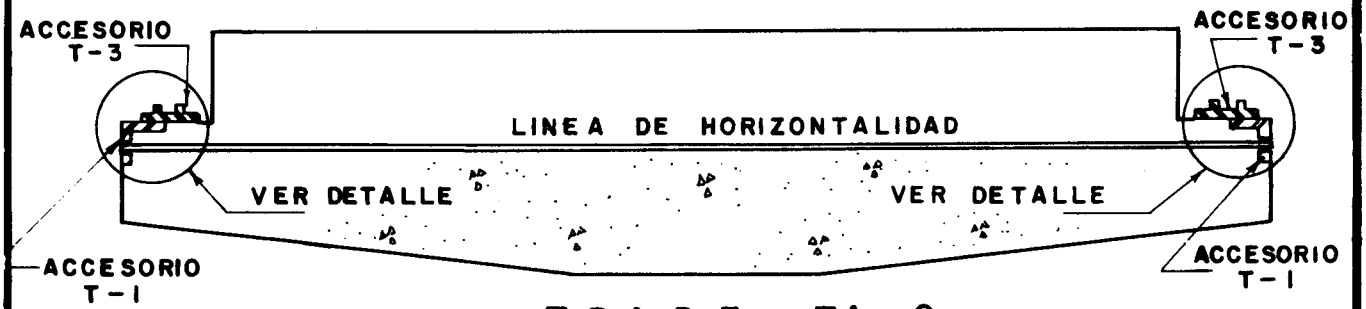
DETALLE EN PLANTA

NOTAS

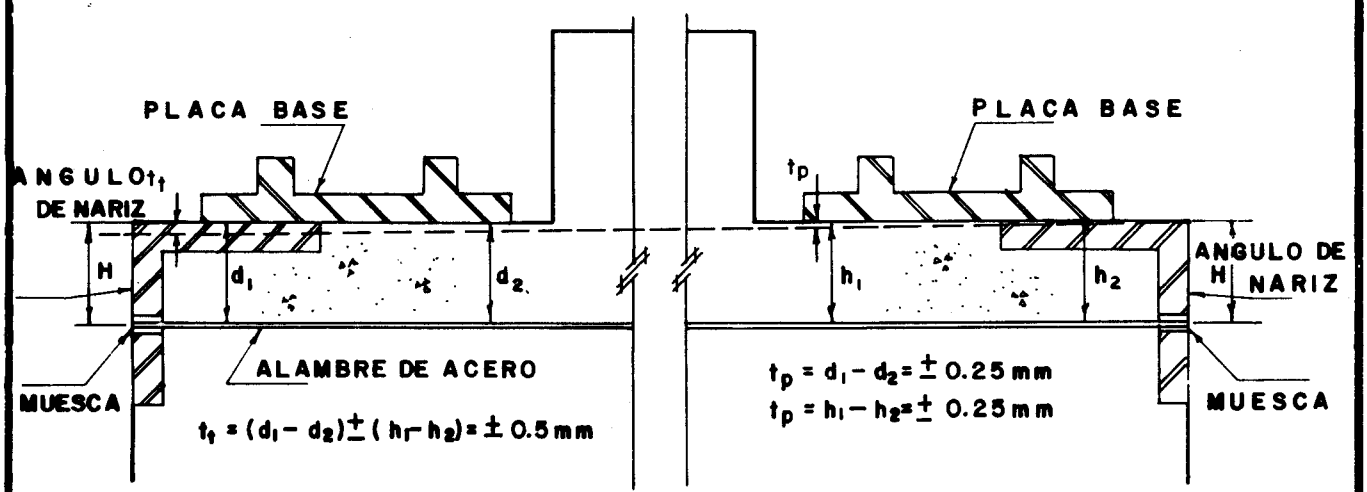
t TOLERANCIA EN LA COLOCACION DEL ACCESORIO T-3 CON RESPECTO AL BORDE DEL ACCESORIO T-1

t_t TOLERANCIA TOTAL EN LA LINEA DE HORIZONTALIDAD

t_p TOLERANCIA PARCIAL EN LA LONGITUD DE LA PLACA BASE



TRABE TA-2



DETALLE

Fig 009-8 Tolerancia en el encuadre de los dispositivos de apoyo en trabes

5. Horizontalidad transversal. La diferencia entre mediciones de los extremos de las placas base, medidas a la línea que une las muescas laterales, no excederá de ± 0.5 mm (fig 009-8).

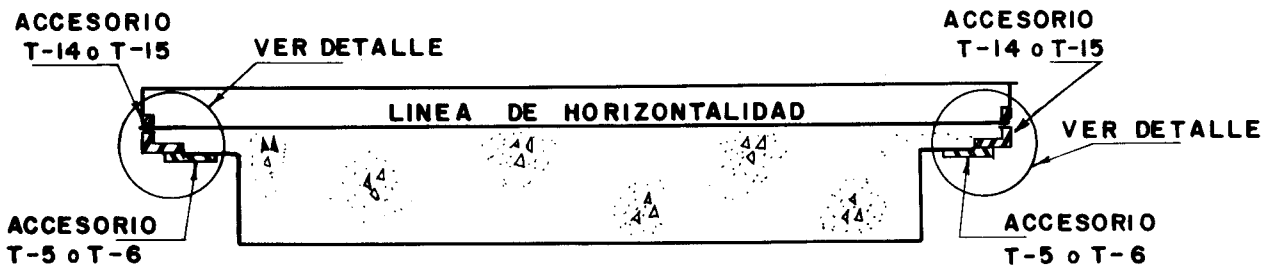
6. Horizontalidad de los accesorios T-14 y T-15. Para obtener la horizontalidad de estos accesorios, es requisito indispensable que la mesa de colado esté perfectamente a nivel y el molde de la trabe se encuentre perfectamente a escuadra con dicha superficie, de tal manera que se puedan tomar medidas en los extremos de los accesorios a dicha superficie; la diferencia entre ellas no excederá de ± 0.5 mm. Deberá proveerse de una sujeción perfecta de todos los accesorios al molde, de tal manera que durante el colado y vibrado éstos no sufran desplazamiento. Todas estas mediciones se llevarán a cabo antes de efectuar el colado del elemento y posteriormente antes de que se efectúe el corte de los torones de presfuerzo. No se deben tener diferencias entre estas dos mediciones. El Representante llevará registros de cada medición y por cada elemento prefabricado (fig 009-9).

7. Por ningún concepto se aceptarán elementos que no cumplan estos requerimientos.

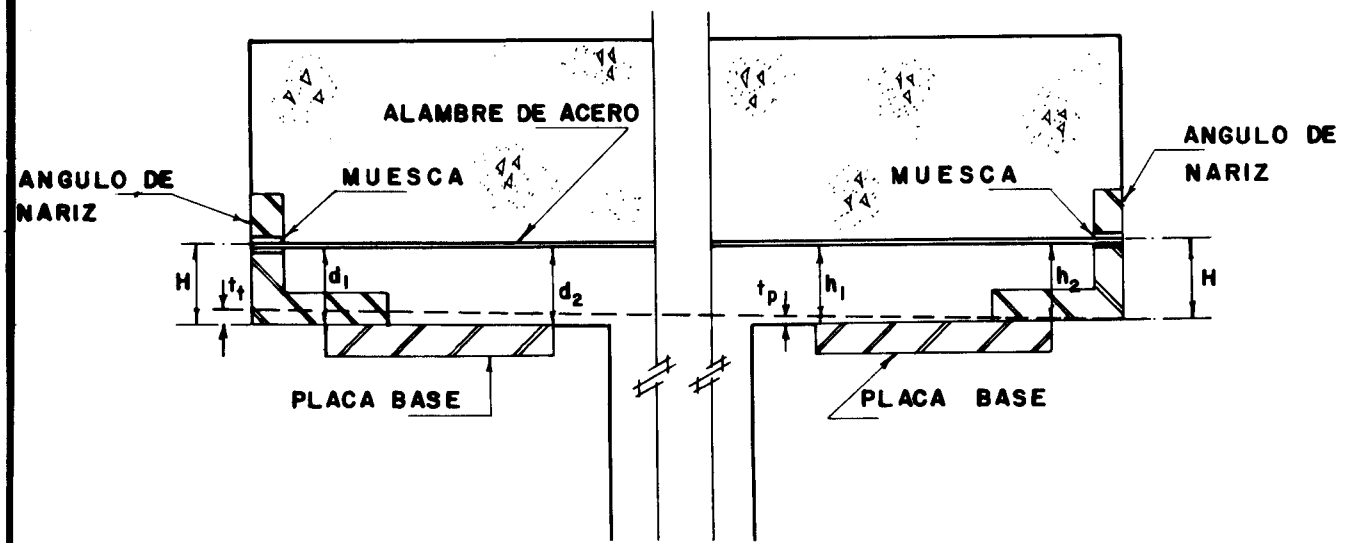
8. El fabricante de los elementos presforzados protegerá de manera suficiente los dispositivos de apoyo de tal manera que éstos no sufran deterioro alguno durante su traslado y maniobras de montaje.

009.B.03.g Aceptación

Excepto que el proyecto autorice cambios en los requisitos mencionados, el apoyo de cojinetes deslizantes amortiguadores deberá ajustarse a lo establecido en estas especificaciones antes de ser aceptado.



T R A B E TC-I



$t_p = d_1 - d_2 = \pm 0.25mm$ $\quad t_p = h_1 - h_2 = \pm 0.25 mm.$ $\quad t_p$ TOLERANCIA PARCIAL

$t_t = (d_1 - d_2) \pm (h_1 - h_2) = \pm 0.5mm$ $\quad t_t$ TOLERANCIA TOTAL

D E T A L L E

Fig 009-9 Tolerancias en la línea de horizontalidad entre los accesorios de apoyo en trabes

ANEXO 009-1

FORMA DE REGISTRO

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: _____

LUGAR: _____ CERTIFICADO POR: _____

FECHA: _____ REVISADO POR: _____

ANALISIS DEL DESARROLLO DE FRICCION

a) Prueba de corta duración

Carga vertical: 196 kN (20 t)

Velocidad de aplicación de la carga horizontal: 2.54 cm/min

Desplazamiento: ± 2.5 cm

Temperatura del cojinete: Ambiente

Epoxi: DC-80

Ciclos: 100 para cada prueba

Superficie fija: Teflón reforzado con 15% de fibra de vidrio

Superficie en movimiento: Acero inoxidable tipo 304-2B, acabado espejo

Procedimiento de ensaye: Se efectuarán pruebas para determinar el coeficiente de fricción, aplicando diferentes cargas verticales para evaluar los efectos en los componentes señalados del cojinete. Se emplearán cojinetes deslizantes de movimiento libre a base de teflón reforzado, combinado con neopreno, aplicándoseles la carga en la máquina de prueba de fricción y se irá incrementando la presión hasta llegar a una carga predeterminada. La velocidad de desplazamiento se conservará constante de 2.54 cm/min en todas las pruebas. Los resultados se anotarán en la siguiente tabla:

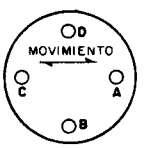
Coeficiente de fricción estática (promedio de desgaste en la superficie del cojinete) y dinámico (promedio de fluencia en frío)

Fecha	Hora	Carga vertical kN (kg)	Coeficiente de fricción		Ciclos
			Dinámico	Estático	
		2.45 (250)			15
		4.90 (500)			30
		7.35 (750)			45
		9.80 (1 000)			58
		49.00 (5 000)			72
		98.00 (10 000)			86
		186.00 (20 000)			100

b) Comprobación del desgaste superficial en el teflón reforzado, midiendo el espesor de la cápsula, después de cada incremento

Ciclo No.

Diámetro				Espesor				
Sentido	Antes de la prueba	Después de la prueba	Cambio	Puntos	A	B	C	D
A-C				Antes de				
B-D				Después				
				Cambio				



Proyección en planta

ANEXO 009-2

FORMA DE REGISTRO

ENSAYE No. _____ EFECTUADO POR: _____

LUGAR: _____ CERTIFICADO POR: _____

FECHA: _____ REVISADO POR: _____

PRUEBA ACELERADA DE FRICCION A 11 000 CICLOS CON CARGA VARIABLE HORIZONTAL

Carga vertical: 196 kN (20 t)
Velocidad de aplicación de carga horizontal: 2.54 cm/min
Desplazamiento: + 2.5 cm
Epoxi: DC-80
Ciclos totales: 11 000
Carga horizontal: Variable
Superficie fija: Teflón reforzado con 15% de fibra de vidrio
Superficie en movimiento: Acero inoxidable tipo 304-2B, acabado espejo

Fecha	Hora	Carga vertical	Carga horizontal, en N (kg)	Coeficiente de fricción		Ciclos
				Dinámico	Estático	
			172 (17.5) 176.5 (18) 186.3 (19) 191.2 (19.5) 196.1 (20)			

Lecturas de los espesores del cojinete

Ubicación	Espesores			
	A	B	C	D
Cojinete superior antes de la prueba				
Cojinete superior después de la prueba				
Cojinete de la base antes de la prueba				
Cojinete de la base después de la prueba				

CAPITULO 4. 01. 01. 010

PRODUCTOS DE ASBESTO-CEMENTO

010.A LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO

010.A.02 REFERENCIAS

Las láminas de asbesto-cemento empleadas en la construcción de techos, canceles y muros, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.4, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF y, además, con las siguientes normas:

CONCEPTO	REFERENCIA
Especificaciones de láminas acanaladas de asbesto-cemento	NOM C-27
Método de prueba para impermeabilidad de las láminas planas y onduladas de asbesto-cemento y de fibro-cemento	NOM C-54

010.B TUBOS DE ASBESTO-CEMENTO

010.B.01 DESCRIPCION.

010.B.01.a Tubos de asbesto-cemento. Son conductos cilíndricos de sección anular circular, elaborados a partir de una mezcla íntima y homogénea de fibras de asbesto, cementante hidráulico inorgánico y agua, con o sin adición de sílice.

010.B.01.b Los tubos de asbesto-cemento, de acuerdo con su contenido de hidróxido de calcio libre, se clasifican en:

Tipo I: Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre mayor de uno por ciento

Tipo II: Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre hasta de uno por ciento.

010.B.01.c Además de lo anterior, los tubos se cla-

Para líneas, de conducción de agua potable	Para líneas, de distribución de agua potable	Para alcantarillado	Para bajada y ventilación sanitaria
T-50	A-5	No se fabrican	Clase "C"
T-60	A-7	en México	Clase "D"
T-70	A-10		
T-85	A-14		
T-100			
T-112			
T-125			
T-140			
T-160			
T-180			
T-200			

010.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para la determinación de la estanquidad de tubos de asbesto-cemento	NOM C-41
Método de prueba para la determinación de la estanquidad de juntas montadas de los tubos de asbesto-cemento	NOM C-42
Determinación de la resistencia a la flexión de tubos de asbesto-cemento	NOM C-43
Determinación de la resistencia al aplastamiento de tubos de asbesto-cemento	NOM C-44
Muestreo e inspección de productos de asbesto-cemento	NOM C-51
Guía del muestreo de recepción de productos de asbesto-cemento	NOM C-215
Determinación de la resistencia a los sulfatos de tubos de asbesto-cemento	NOM C-319
Determinación de alcalinidad (cal libre) de cemento, asbesto-cemento y concreto	NOM C-320
Anillos de hule usados como sello en tuberías de asbesto-cemento	NOM T-21
Determinación de la resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna de tubos de asbesto-cemento	NOM C-53
Asbesto-cemento. Tubos para líneas de distribución a presión para abastecimiento de agua potable. Especificaciones	NOM C-12
Asbesto-cemento. Especificaciones para alcantarillado	NOM C-39
Tubos de asbesto-cemento para bajada y ventilación sanitaria	NOM C-40

010.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

010.B.03.a Longitud. Las longitudes nominales podrán ser las siguientes (expresadas en metros): 3, 4 y 5.

010.B.03.b Diámetro. El diámetro interno de los tubos, expresado en milímetros, será de acuerdo con la tabla 010-1.

010.B.03.c Tolerancias dimensionales. Las dimensiones reales deben estar especificadas en los catálogos de los fabricantes; se les aplicarán las tolerancias que se establecen en la tabla 010-2.

010.B.03.d Requisitos mecánicos

1. Los tubos para conducción de agua potable deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 010-3.

2. Los tubos para líneas de distribución de agua potable deberán cumplir con los requisitos de prueba sistemática en tubos resistentes al aplastamiento y a la flexión, establecidos en las tablas 010-4, 010-5 y 010-6.

3. Tubos para alcantarillado

   3.1 Pruebas de estanquidad. Los tubos no deben presentar pérdidas o exudaciones cuando se prueben a una presión de 0.34 MPa (3.5 kg/cm^2).

   3.2 Resistencia a la flexión. Los tubos de 150 y 200 mm de diámetro deben resistir una carga mínima de 4 413 N (450 kg) al probarse en una muestra de 3.0 m de longitud.

   3.3 La resistencia a la ruptura por aplastamiento no deberá ser menor que los valores establecidos en la tabla 010-7.

4. Tubos para bajadas y ventilación sanitaria. Los tubos deben probarse, por muestreo, a una presión de prueba de 0.343 MPa (3.5 kg/cm^2) para tubos de bajada de agua y de 0.196 MPa (2.0 kg/cm^2) para tubos de ventilación sanitaria, durante cinco minutos en ambos casos, al cabo de los cuales los tubos no deben presentar pérdidas ni exudaciones.

010.B.03.e Resistencia a los sulfatos. La expansión en la muestra del tubo de asbesto-cemento para líneas de conducción, para líneas de distribución y para alcantarillado, no debe ser mayor de 0.15 por ciento.

010.B.03.f Anillos de hule usados como sello. Los anillos usados como sello de los tubos deben cumplir con la norma NOM T-21.

010.B.03.g Acabado. La superficie interior de los tubos debe ser lisa y regular y no presentar grietas, depresiones, abolladuras o protuberancias que alteren los valores dimensionales especificados.

Tabla 010-1. Diámetro interno de los tubos, en mm

Para líneas de conducción	Para líneas de distribución de agua potable	Para bajada y ventilación sanitaria
250	50	50
300	60	75
350	75	100
450	100	125
500	125	150
600	150	200
750	200	250
900	250	300
1 000	300	350
1 120	350	400
1 250	400	450
1 400	450	500
1 600	500	
1 800	600	
2 000	750	
	900	

Tabla 010-2. Tolerancias a las dimensiones

Diámetro nominal, en mm	Diámetro interno, en mm	Diámetro externo, no maquinado, en mm	Diámetro externo de la sección de enchufe, en mm	Espesor, en mm	Largo nominal, en mm
50 a 150	± 5%	-	+ 1.3 - 0.8	+ 4 - 2	± 25
150 a 450	± 5%	+ 5 - 2	+ 1.5 - 1.2	+ 4 - 2	± 25
500 a 900	± 5%	+ 7.5 - 2	+ 1.5 - 1.2	+ 5 - 2.5	± 30
1 000 a 2 000	± 2%	+10 - 5	+ 2.5 - 2.0	+ 5 - 2.5	± 30

Tabla 010-3. Especificaciones mecánicas para los tubos de conducción

Clase "T" o presión de trabajo, en m.c.a.*	Presión de prueba sistemática en fábrica, en MPa (kg/cm^2)	Resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna (reventamiento), en MPa (kg/cm^2)	Resistencia a la ruptura por aplastamiento, en MPa (kg/cm^2)
T-50	1.05 (10.7)	1.40 (14.28)	5.8 (59)
T-60	1.28 (13.05)	1.70 (17.33)	7.2 (74)
T-70	1.50 (15.30)	2.00 (20.39)	9.1 (92.7)
T-85	1.80 (18.35)	2.40 (24.47)	12.2 (125)
T-100	2.10 (21.41)	2.80 (28.55)	15.9 (162)
T-112	2.36 (24.06)	3.15 (32.12)	20.0 (204)
T-125	2.63 (26.82)	3.50 (35.69)	25.9 (264)
T-140	3.00 (30.60)	4.00 (40.79)	33.8 (345)
T-160	3.38 (34.47)	4.50 (45.89)	42.8 (436)
T-180	3.75 (38.24)	5.00 (50.98)	53.4 (545)
T-200	4.20 (42.83)	5.60 (57.10)	54.9 (560)

* m.c.a. Metros de columna de agua

Tabla 010-4. Prueba sistemática en tubos

Clase "A", presión de trabajo	Diámetros nominales, en mm	Presión de prueba sistemática, en MPa (kg/cm^2)	Resistencia al reventamiento, en MPa (kg/cm^2)
A-5 0.49 MPa (5 kg/cm^2)	50-100	1.7 (17.5)	2.5 (25)
	125-450	1.5 (15)	2.0 (20)
A-7 0.69 MPa (7 kg/cm^2)	50-100	2.4 (24.5)	3.4 (35)
	125-450	2.1 (21)	2.7 (28)
A-10 0.98 MPa (10 kg/cm^2)	50-100	3.4 (35)	4.9 (50)
	125-450	2.9 (30)	3.9 (40)
A-14 1.37 MPa (14 kg/cm^2)	50-100	4.8 (49)	6.9 (70)
	125-450	4.1 (42)	5.5 (56)

Tabla 010-5. Resistencia mínima al aplastamiento

Diámetro nominal, en mm	A-5		A-7		A-10		A-14	
	kN/m (kg/m)	kPa (t/m^2)	kN/m (kg/m)	kPa (t/m^2)	kN/m (kg/m)	kPa (t/m^2)	kN/m (kg/m)	kPa (t/m^2)
50	63.3 (6 450)	1 265 (129)	77.0 (7 850)	1 540 (157)	107.4 (10 950)	2 148 (219)	124.1 (12 650)	2 481 (253)
60	54.9 (5 600)	915 (93.3)	72.6 (7 400)	1 209 (123.3)	89.7 (9 150)	1 496 (152.5)	125.0 (12 750)	2 084 (212.5)
75	49.5 (5 050)	660 (67.3)	66.7 (6 800)	890 (90.8)	88.7 (9 050)	1 184 (120.7)	126.0 (12 850)	1 680 (171.3)
100	42.2 (4 300)	422 (43)	59.8 (6 100)	598 (61)	78.9 (8 050)	789 (80.5)	127.0 (12 950)	1 270 (129.5)
125	38.2 (3 900)	306 (31.2)	57.4 (5 850)	459 (46.8)	77.5 (7 900)	620 (63.2)	127.5 (13 000)	1 020 (104)
150	35.3 (3 600)	235 (24)	56.9 (5 800)	379 (38.7)	78.9 (8 050)	527 (53.7)	131.4 (13 400)	876 (89.3)
200	32.4 (3 300)	162 (16.5)	53.9 (5 500)	270 (27.5)	79.9 (8 150)	400 (40.8)	135.8 (13 850)	680 (69.3)
250	30.2 (3 075)	121 (12.3)	51.7 (5 275)	207 (21.1)	100.8 (10 275)	403 (41.1)	159.4 (16 250)	637 (65)
300	33.3 (3 700)	121 (12.3)	62.3 (6 350)	207 (21.1)	121.1 (12 350)	403 (41.1)	191.2 (19 500)	637 (65)
350	33.3 (3 400)	96 (9.8)	62.8 (6 400)	178 (18.2)	125.0 (12 750)	357 (36.4)	223.1 (22 750)	637 (65)
400	38.2 (3 900)	96 (9.8)	71.6 (7 300)	178 (18.2)	142.7 (14 550)	357 (36.4)	255.0 (26 000)	637 (65)
450	43.1 (4 400)	96 (9.8)	80.4 (8 200)	178 (18.2)	160.8 (16 400)	357 (36.4)	286.9 (29 259)	637 (65)

Tabla 010-6. Resistencia a la flexión

Clase	A-5	A-7	A-10	A-14
Diámetro, en mm	Carga, en N (kg)			
Cargas de prueba sistemática en fábrica, en puntos tercios y en claro de 360 cm				
50	667 (68)	736 (75)	961 (98)	1 108 (113)
60	961 (98)	1 108 (113)	1 402 (143)	1 550 (158)
75	1 471 (150)	1 697 (173)	2 138 (218)	2 354 (240)
100	2 726 (278)	3 021 (308)	3 678 (375)	4 707 (480)
125	4 345 (443)	5 296 (540)	5 963 (608)	8 091 (825)
150	6 473 (660)	6 992 (713)	9 562 (975)	12 504 (1 275)
200	12 504 (1 275)	13 239 (1 350)	19 124 (1 950)	25 400 (2 590)
Cargas mínimas de ruptura apoyadas en puntos tercios y en claro de 360 cm				
50	883 (90)	981 (100)	1 275 (130)	1 471 (150)
60	1 275 (130)	1 471 (150)	1 873 (190)	2 059 (210)
75	1 961 (200)	2 256 (230)	2 844 (290)	3 138 (320)
100	3 629 (370)	4 021 (410)	4 904 (500)	6 276 (640)
125	5 786 (590)	7 061 (720)	7 944 (810)	10 788 (1 100)
150	8 630 (880)	9 313 (950)	12 749 (1 300)	16 672 (1 700)
200	16 672 (1 700)	17 653 (1 800)	25 498 (2 600)	33 834 (3 450)
Cargas mínimas de ruptura con apoyo al centro y en claro de 200 cm				
50	1 079 (110)	1 116 (122)	1 559 (159)	1 814 (185)
60	2 559 (159)	1 795 (183)	2 275 (232)	2 511 (256)
75	2 393 (244)	2 756 (281)	3 472 (354)	3 825 (390)
100	4 423 (451)	4 904 (500)	5 982 (610)	7 659 (781)
125	7 061 (720)	8 620 (879)	9 689 (988)	13 161 (1 342)
150	10 533 (1 074)	11 376 (1 160)	15 554 (1 586)	20 340 (2 074)
200	20 340 (2 074)	21 536 (2 196)	31 108 (3 172)	41 278 (4 209)

010.B.03.h Marcado. Cada uno de los tubos y coples debe estar marcado en su pared interior con caracteres permanentes, visibles e indelebles, con los siguientes datos: nombre del fabricante, marca registrada, diámetro, clase y tipo, presión de prueba sistemática (para tubos de conducción y de distribución) y fecha de fabricación.

010.B.03.i Muestreo de tubos para agua potable

1. Plan. Para la recepción de los lotes, se debe utilizar el muestreo estadístico de acuerdo con el plan de muestreo normal doble.

2. Lote. Se deben considerar como lote 300 tubos de longitud nominal o menor a ésta, pero mayor de 50 por ciento de la nominal (4 o 5 m) fabricados bajo condiciones uniformes.

3. Muestra. La muestra del lote puede ser un tubo completo o un tramo de éste.

4. Todos los tubos y coples deben someterse a la inspección dimensional con base en las dimensiones y tolerancias señaladas. La inspección se debe llevar a cabo con instrumentos debidamente calibrados y que garanticen una exactitud de 0.1 mm en la medición del espesor y del diámetro, y de 1.00 mm en la medición de la longitud.

5. La prueba sistemática en fábrica de resistencia a la presión hidrostática (estanquidad) se debe llevar a cabo en todos los tubos, incluyendo los tramos cortos y coples.

6. Todos los tubos para distribución de diámetro igual o inferior a 200 mm se deben probar a flexión.

Tabla 010-7. Resistencia mínima de ruptura por aplastamiento

Diámetro nominal mm	Clase			
	B - 6 kN/m (kg/m)	B - 7.5 kN/m (kg/m)	B - 9 kN/m (kg/m)	B - 12.5 kN/m (kg/m)
150	-	-	14.7 (1 500)	18.4 (1 875)
200	-	14.7 (1 500)	17.7 (1 800)	24.5 (2 500)
250	14.7 (1 500)	18.4 (1 875)	22.1 (2 250)	30.6 (3 125)
300	17.7 (1 800)	22.3 (2 275)	26.5 (2 700)	36.8 (3 750)
350	20.6 (2 100)	25.7 (2 625)	30.9 (3 150)	42.9 (4 375)
400	23.5 (2 400)	29.4 (3 000)	35.3 (3 600)	49.0 (5 000)
450	26.5 (2 700)	33.1 (3 375)	39.7 (4 050)	55.2 (5 625)
500	29.4 (3 000)	36.8 (3 750)	44.1 (4 500)	61.3 (6 250)
600	35.3 (3 600)	44.1 (4 500)	53.0 (5 400)	73.6 (7 500)
750	44.1 (4 500)	55.2 (5 625)	66.2 (6 750)	91.9 (9 375)
900	53.0 (5 400)	66.2 (6 750)	79.4 (8 100)	100.3 (11 250)
1 000	58.8 (6 000)	73.6 (7 500)	88.3 (9 000)	122.6 (12 500)
1 120	61.5 (6 270)	82.4 (8 400)	98.9 (10 080)	137.3 (14 000)
1 250	73.6 (7 500)	92.0 (9 375)	110.3 (11 250)	153.2 (15 625)
1 400	82.4 (8 400)	103.0 (10 500)	123.6 (12 600)	171.6 (17 500)
1 600	94.1 (9 600)	117.7 (12 000)	141.2 (14 400)	196.1 (20 000)
1 800	105.9 (10 800)	132.4 (13 500)	149.1 (15 200)	220.7 (22 500)
2 000	117.7 (12 000)	147.1 (15 000)	176.5 (18 000)	245.2 (25 000)

7. Las pruebas de resistencia se deben hacer a cada lote de 300 tubos.

010.B.03.i Los procedimientos de muestreo para los tubos de alcantarillado se deberán llevar a cabo conforme a las normas NOM C-51 y C-215 incluidas en las referencias 010.B.02 de este capítulo.

010.B.03.k Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos y tolerancias contenidas en esta especificación, los tubos de asbesto-cemento deberán satisfacer los requisitos especificados para poderse utilizar.

010.C TINACOS DE ASBESTO-CEMENTO

010.C.02 REFERENCIAS

Los tinacos de asbesto-cemento que se emplean en la construcción para almacenamiento y distribución de agua potable en edificaciones, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.71, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CAPITULO 4. 01. 01. 011

MATERIALES PARA MUROS

011.A TABIQUES Y BLOQUES CERAMICOS DE ARCILLA

011.A.02. REFERENCIAS

Los tabiques y bloques cerámicos de arcilla empleados para la construcción de muros deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.2, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, y con la norma NOM C-6.

011.B BLOQUES, TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO

011.B.01 DESCRIPCION

011.B.01.a Los bloques, tabiques y tabicones de concreto son materiales de construcción de forma prismática rectangular, sólidos o con huecos, elaborados con cemento y agregados apropiados, tales como arena, grava, piedra triturada, piedra pómez, escoria volcánica o tezontle, arcillas expandidas, etc., fabricados con máquinas de vibrocompresión, curados por aspersión de agua, al vapor, en autoclave o por métodos de rápido fraguado y carbonatación.

011.B.01.b Los bloques, tabiques y tabicones de concreto se emplean en la construcción, ya sea como elementos estructurales, arquitectónicos o de relleno.

011.B.01.c Los bloques, tabiques y tabicones de concreto se dividen en dos grupos, huecos (con corazón) y sólidos.

Estos grupos se clasifican en dos tipos:

— El tipo I (bloques huecos o sólidos), se clasifica en los subtipos A, B y C para los huecos y D, E y F para los sólidos.

— El tipo II (tabiques y tabicones huecos o sólidos), se clasifica en los subtipos A y B para los huecos y D, E y F para los sólidos.

011.B.01.d Tipo I, bloques huecos:

— Subtipo A. Se usan en muros interiores y en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite el uso de este subtipo de bloques en exteriores, sin recubrimiento.

— Subtipo B. Se usan en muros interiores y en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

— Subtipo C. Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

011.B.01.e Tipo I, bloques sólidos:

— Subtipo D. Se usan en muros interiores y exteriores y en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite su uso en exteriores sin recubrimiento.

— Subtipo E. Se usan en muros exteriores e interiores y en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

— Subtipo F. Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores, y en caso de hacerlo deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

011.B.01.f Tipo II. Tabiques y tabicones huecos:

— Subtipo A. Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite el uso de este subtipo en exteriores sin recubrimiento.

— Subtipo B. Se usan en muros exteriores e interiores, en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

011.B.01.g Tipo II. Tabiques y tabicones sólidos. La clasificación de subtipos D, E y F tienen los mismos usos que los subtipos D, E y F del tipo I.

011.B.01.h Los tipos de bloques, tabiques o tabicones de concreto mencionados pueden cumplir, además, con la especificación de humedad controlada, en cuyo caso se agrega la letra H a la designación del subtipo correspondiente.

011.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la contracción por secado de los bloques, ladrillos, tabiques y tabicones de concreto	NOM C-24
Determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-36
Determinación del agua absorbida por los ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-37
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-38

CONCEPTO	REFERENCIA
Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto	NOM C-10
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

011 B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

011.B.03.a Las especificaciones que deben cumplir los bloques, tabiques y tabicones de concreto al momento de su entrega en obra, son las que se indican en las tablas 011-1 a la 011-4.

Tabla 011-1. Especificaciones para bloques de concreto (Tipo I)

Subtipo		Resistencia mínima de ruptura a la compresión sobre el área total, en MPa (kg/cm^2)		Absorción máxima de agua fría en 24 horas, en ℓ/m^3	Variación máxima del peso seco con relación al peso de catálogo, en porcentaje
	Con humedad controlada	Promedio de 5 piezas	Pieza individual	Promedio de 5 piezas	Tolerancias
Huecos					
A1	A1H	6.9 (70)	5.5 (56)	220	± 8
A2	A2H	5.9 (60)	4.7 (48)	240	± 8
B	BH	3.9 (40)	3.1 (32)	290	± 8
C	CH	2.3 (23)	1.7 (18)	-	± 12
Sólidos					
D	DH	9.8 (100)	7.8 (80)	240	± 8
E	EH	6.9 (70)	5.5 (56)	290	± 8
F	FH	3.9 (40)	3.1 (32)	-	± 12

Tabla 011-2. Especificaciones para tabiques y tabicones de concreto (Tipo II)

Subtipo		Resistencia mínima de ruptura a la compresión sobre el área total, en MPa (kg/cm^2)		Absorción máxima de agua fría en 24 horas, en ℓ/m^3	Variación máxima del peso seco con relación al peso de catálogo, en porcentaje
	Con humedad controlada	Promedio de 5 piezas	Pieza individual	Promedio de 5 piezas	Tolerancias
Huecos					
A	AH	9.8 (100)	7.8 (80)	240	± 8
B	BH	6.9 (70)	5.5 (56)	290	± 8
Sólidos					
D	DH	17.2 (175)	13.7 (140)	240	± 8
E	EH	9.8 (100)	7.8 (80)	290	± 8
F	FH	4.9 (50)	3.9 (40)	-	± 12

Tabla 011-3. Especificaciones del contenido máximo de agua para bloques, tabiques y tabicones con humedad controlada

Contracción lineal, en porcentaje	Contenido máximo de agua en porcentaje de la absorción total (promedio de 5 piezas) Promedio anual de humedad atmosférica relativa, en porcentaje		
	Más de 75	75 a 50	Menos de 50
Hasta 0.03	45	40	35
0.3 a 0.045	40	35	30
Más de 0.045	35	30	25

Tabla 011-4. Especificaciones dimensionales, en cm

	Ancho	Altura	Largo
Tipo I: Bloques de concreto	6 a 30	10 a 30	Más de 30
Tipo II: Tabiques y tabicones de concreto	6 a 20	Hasta 15	Hasta 30

1. Las dimensiones deben basarse en el módulo de 10 cm o en submúltiplos, estando incluida en la dimensión total de la pieza la junta de albañilería correspondiente, recomendándose que ésta sea de 10 mm, con una tolerancia de ± 2 mm. Las dimensiones deben estar expresadas en centímetros en los catálogos de los fabricantes.

2. Las tolerancias en las dimensiones de las piezas señaladas no deben ser mayores de ± 3 mm en la altura y ± 2 mm en el largo y en el ancho.

011.B.03.b Acabado. Todos los bloques, tabiques y tabicones de concreto deben estar exentos de cuarteaduras, desportilladuras u otros defectos, que puedan dificultar su manejo y debilitar la resistencia de la construcción. En aquellos casos en que los bloques, tabiques o tabicones vayan a ser utilizados para acabados aparentes, las caras expuestas deberán estar libres de imperfecciones, fisuras u otros defectos.

011.B.03.c Manejo y almacenamiento. Los bloques, tabiques y tabicones de concreto se estibarán de canto con el cuidado necesario para evitar desportilladuras o roturas y en las cabeceras se colocarán en posición perpendicular con cierta pendiente para proteger el lote, evitando con esto que se desbaraten y puedan romperse.

011.B.03.d Muestreo

1. Para la inspección por atributos, se podrá utilizar un muestreo de inspección simplificada, con muestra simple.

2. Lote de entrega. Se considera como lote de entrega al número total de piezas, motivo de la transacción comercial.

3. Lote de muestra. Es el número de unidades, que se escogen al azar, del lote de entrega en las que se verifican las pruebas, siendo su tamaño el que se indica en la tabla 011-5.

011.B.03.e Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos que se establecen en esta especificación, los bloques, tabiques y tabicones de concreto deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser aceptados.

011.C BLOQUES DE YESO

011.C.01 DESCRIPCION

011.C.01.a Placas o bloques de yeso. Elementos para la construcción, de forma prismática rectangular, sólidos o huecos, elaborados a base de yeso, con o sin agregados apropiados.

011.C.01.b Las placas o bloques de yeso se utilizan principalmente en la construcción de muros divisorios interiores, sin carga y, además, como recubrimiento de protección contra incendio de cubos de elevador, de columnas y otros.

011.C.01.c Las placas o bloques de yeso son de un solo grado de calidad y se clasifican en: tipo I (placas o bloques sólidos) y tipo II (placas o bloques huecos); a su vez, cada uno de los dos tipos anteriores puede ser con agregados o sin agregados.

011.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Yeso calcinado	DDF 5.14.2
Determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-36
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-38
Placas o bloques de yeso para muros interiores	NOM C-168
Métodos de prueba químicos para yeso y sus productos	NOM C-187
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

011.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

011.C.03.a Yeso dihidratado, con o sin agregados combustibles o incombustibles. Los agregados combustibles no deben exceder del 5 por ciento del peso de la pieza seca. El yeso debe cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.14.2, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

011.C.03.b Requisitos físicos

1. La resistencia a la compresión mínima será de 0.56 MPa (5.7 kg/cm^2).

2. Forma. Las placas o bloques de yeso debe tener una forma prismática rectangular, con las aristas rectas y en ángulo recto; las superficies de contacto entre dos piezas pueden presentar salientes o hendiduras para dar mayor estabilidad mecánica constructiva.

3. Dimensiones. Las placas o bloques de yeso deben tener las dimensiones siguientes:

Largo, en cm	Ancho, en cm	Espesor, en cm	Tolerancia, en cm
66.7	50	6, 8 y 10	± 10
75	30	7.5	

011.C.03.c Envases y embalaje. El producto podrá ser transportado en tarimas flejadas o en cualquier tipo de envase, el cual debe llevar una etiqueta que contenga los datos mínimos siguientes: nombre del producto, marca o símbolo del fabricante, tipo de producto y número de pruebas.

011.C.03.d Manejo y almacenamiento

1. El manejo de los bloques de yeso deberá ser cuidadoso, en tal forma que no se produzcan roturas, desportilladuras o se lastimen las aristas de las piezas.

2. Los bloques de yeso se almacenarán en lugares donde se evite la contaminación del material por contacto directo del terreno. Las piezas se acomodarán adecuadamente hasta una altura que no permita el derrumbe de las mismas ni dañe las piezas inferiores.

011.C.03.e Aceptación. Salvo que el proyecto autorice requerimientos diferentes a los ya indicados, los bloques de yeso deberán cumplir dichos requisitos para su aceptación.

011.D PANELES DE YESO

011.D.01 DESCRIPCION

011.D.01.a Paneles de yeso contra incendio. Productos laminados, incombustibles, constituidos por un núcleo de yeso, recubierto por ambas caras de papel cartoncillo especial, firmemente adherido. Los paneles de yeso se emplean en muros divisorios, plafones y protección contra incendio para la construcción.

Tabla 011-5. Inspección simplificada (muestreo simple)

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación, piezas defectuosas	
		Ac	Re
1201 a 3200	20	1	4
3201 a 10000	32	2	5
10001 a 35000	50	3	6
35001 a 150000	80	5	8
150001 a 500000	125	7	10
500001 o más	200	10	13

Ac Número de aceptación

Re Número de rechazo

011.D.01.b Los paneles de yeso son de un solo grado de calidad y se clasifican de acuerdo con su uso, como se indica en la tabla 011-6.

Tabla 011-6. Clasificación de paneles de yeso

Tipo	Subtipo	Designación
I. Común	a) Normal	Ia
	b) Contra incendio	Ib
II. Respaldo interior	a) Normal	IIa
	b) Contra incendio	IIb
III. Base o substrato	a) Normal	IIIa
	b) Contra incendio	IIIb

011.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Yeso calcinado	DDF 5.14.2
Placas o bloques de yeso para muros interiores	NOM C-168
Paneles de yeso para muros divisorios, plafones y protección contra incendio	NOM C-13
Métodos de prueba químicos para yeso y sus productos	NOM C-187
Placas de peso para plafones	NOM C-174
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

011.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

011.D.03.a Las especificaciones que deben cumplir los paneles de yeso se presentan en la tabla 011-7.

011.D.03.b Marcado. En la parte posterior del panel de yeso se deben especificar claramente los datos siguientes: nombre del producto, marca registrada o símbolo del fabricante y clasificación (tipo y subtipo).

011.D.03.c Embalaje. Además de los datos de marcado, se deben indicar las dimensiones y número de paneles que contenga el embalaje.

011.D.03.d Acabado

1. Caras. Para todos los tipos ambas caras deben ser planas y paralelas, teniendo en cuenta las tolerancias en las diferencias.

2. Bordes. Deben ser en ángulo recto, excepto cuando las aristas estén rebajadas, biseladas o machihembradas.

3. Esquinas. Deben ser en escuadra y sin rotura.

4. Combustibilidad. Todos los productos deben ser incombustibles.

011.D.03.e Manejo y almacenamiento

Se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en 011.C.03.d de la cláusula anterior.

011.D.03.f Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos que se establecen en esta especificación, los paneles de yeso deberán cumplir con dichos requisitos para que sea aceptada su utilización.

011.E TABLEROS DE MADERA PRENSADA

011.E.01 DESCRIPCION

011.E.01.a Los tableros de madera prensada, empleados en la construcción de muros interiores, consisten en partículas de madera aglutinadas con una resina sintética o cualquier otro pegamento adecuado, por medio de métodos controlados de producción. Las partículas de madera serán astillas, hojuelas, virutas, aserrín y formas similares que se producen de cualquier madera natural por medio de corte, cepillado, trituración o proceso similar.

011.E.01.b Los tableros de madera prensada se clasifican según su densidad en ligeros, medios y pesados.

011.E.02 REFERENCIAS

Los tableros de madera prensada deberán sujetarse a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM C-325.

011.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

011.E.03.a Anchura y longitud. La anchura y longitud de los tableros cortados estarán conformes con las dimensiones especificadas con una tolerancia de $\pm$ 1.585 mm.

011.E.03.b Espesor. El espesor deberá tener una tolerancia permisible de $\pm$ 0.394 mm.

011.E.03.c Rectitud y escuadría. Los cantos terminados deberán seguir una línea recta que se extiende de una esquina a la otra en el mismo canto, sin desviación mayor de 1.585 mm y no debe desviarse de la escuadría perfecta más de un milímetro por metro de longitud.

011.E.03.d Contenido de humedad. Al momento de embarque, la humedad en los tableros no deberá exceder del 10 por ciento.

011.E.03.e Propiedades. Las propiedades de los tableros deben ser las indicadas en la tabla 011-8.

011.E.03.f Identificación. Cada tablero deberá tener una etiqueta con los siguientes datos: dimensiones, tipo de densidad y clase.

011.E.03.g Acabado. Será el que determine el proyecto y el Representante.

011.E.03.h Manejo y almacenamiento. Los tableros de madera tipo colchón se manejarán en forma ade-

Tabla 011.7. Requisitos físicos de los paneles de yeso

Tipos		I		II*	III*
Subtipos		a	b	a	a
Dimensionales: espesores, en mm		7, 10, 13, 16	10, 13, 16	10, 13, 16	10, 13
Tolerancias, en mm		± 0.4	± 0.4	± 0.8	± 0.8
Ancho, en cm (mínimo)		60	60	60	60
Máximo		125	125	125	125
Tolerancias, en mm		+ 0 - 3	+ 0 - 3	+ 0 - 3	+ 0 - 3
Largo, en m (mínimo)		2.10	2.10	1.90	2.10
Máximo		4.00	4.00	4.00	4.00
Tolerancias, en mm		± 6.4	± 6.4	± 6.4	± 6.4
Resistencia a la flexión en sentido transversal a la fibra, en N (kg)					
Espesor	7 mm	294 (30.0)	294 (30.0)	294 (30.0)	
	10 mm	355 (36.2)	355 (36.2)	355 (36.2)	355 (36.2)
	13 mm	466 (47.5)	466 (47.5)	466 (47.5)	466 (47.5)
	16 mm	646 (65.9)	646 (65.9)	646 (65.9)	
Resistencia a la flexión en sentido longitudinal a la fibra, en N (kg)					
Espesor	7 mm	98 (10.0)	98 (10.0)	98 (10.0)	
	10 mm	151 (15.4)	151 (15.4)	151 (15.4)	157 (16.0)
	13 mm	223 (22.7)	223 (22.7)	223 (22.7)	223 (22.7)
	16 mm	268 (27.3)	268 (27.3)	268 (27.3)	
Peso, en N/m^2 (kg/m^2)					
Espesor	7 mm	41 (4.15)	41 (4.15)	41 (4.15)	41 (4.15)
	10 mm	62 (6.34)	62 (6.34)	62 (6.34)	62 (6.34)
	13 mm	79 (8.05)	79 (8.05)	79 (8.05)	79 (8.05)
	16 mm	98 (10.04)	98 (10.04)	98 (10.04)	98 (10.04)
	25.4 mm	158 (16.10)	158 (16.10)	158 (16.10)	158 (16.10)
Contenido de fibras (máx.) en porcentaje del peso del núcleo		15	15	15	Según se requiera

* Para los subtipos II b y III b no se tienen especificados valores; estos serán de acuerdo con requerimientos y grado de protección contra incendio que requiera cubrirse.

cuada evitando daños en las aristas. Se almacenarán en lugares que estén protegidos contra la humedad.

011.E.03.i Muestreo. Se deberá realizar tomando las muestras necesarias para verificar la calidad del producto.

011.E.03.j Aceptación. Salvo que el proyecto indique lo contrario, las maderas prensadas deberán cumplir para su aceptación con los requisitos enunciados en esta especificación, incluyendo las tolerancias que se indican.

Tabla 011-8. Propiedades de los tableros de madera prensada

Densidad	Clase	Módulo de ruptura (Promedio mín.), en MPa (kg/cm²)	Módulo de elasticidad (Promedio mín.), en MPa (kg/cm²)	Unión interna (Promedio mín.), en MPa (kg/cm²)	Expansión lineal (Promedio máx.), en porcentaje	Retención de tornillos (Promedio máx.)	
						Cara, en N (kg)	Canto, en N (kg)
Densidad media entre 0.600 y 0.800	1	12.5 (127)	1 746 (17 800)	0.44 (4.5)	0.35	1 000 (102)	716 (78)
	2	16.6 (169)	2 746 (28 000)	0.44 (4.5)	0.30	1 000 (102)	892 (91)

011.F PREFABRICADOS DE CONCRETO LIGERO PARA MUROS

011.F.01 DESCRIPCION

Los prefabricados de concreto ligero son bloques y losas reforzadas empleados en muros exteriores y divisorios; se fabrican con cemento, arena y agentes químicos y su curado es a base de vapor, logrando que el producto tenga una estructura macrocelular uniforme y además que sean ligeros y aislantes.

011.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Especificaciones para agregados ligeros para concreto hidráulico	NOM C-299

011.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

011.F.03.a El concreto que constituye los bloques y losas prefabricadas deberá cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión y aislamiento térmico que se establezcan en el proyecto. Los especímenes podrán ser en forma de cilindros y se ensayarán a la edad de 28 días.

011.F.03.b Las dimensiones y tolerancias de los bloques y de las losas reforzadas de concreto ligero que se empleen serán las indicadas en el proyecto de acuerdo con las características de los catálogos del fabricante.

011.F.03.c Para certificar la capacidad y comportamiento estructural de los productos prefabricados de concreto ligero, deberán realizarse pruebas de carga por lo menos de un producto de cada lote producido en una semana y para cada tamaño solicitado; si el Representante lo considera necesario, deberán realizarse pruebas de carga adicionales para asegurar el comportamiento apropiado del producto. Todas las pruebas se efectuarán en la planta del fabricante y por su cuenta.

011.F.03.d Acabados en muros exteriores. El acabado por el lado exterior o interior podrá ser de tirol con resinas, pintura u otro tipo de recubrimiento.

011.F.03.e Acabados en muros divisorios. Los muros divisorios podrán recubrirse con yeso o aplicar otro material adecuado, según lo indique el proyecto.

011.F.03.f Acabados sobre bloques. Sobre este material se podrán aplicar aplanados, azulejo, mosaico u otro tipo de acabado.

011.F.03.g Manejo y almacenamiento

Se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en 011.C.03.d de este capítulo.

011.F.03.h Aceptación. Los prefabricados de concreto ligero deberán cumplir con lo especificado en el proyecto y con las pruebas que ordene el Representante, para que sean aceptados los elementos.

CAPITULO 4. 01. 01. 012

MATERIALES PARA RECUBRIMIENTO DE MUROS

012.A YESO

012.A.02 REFERENCIAS

El yeso calcinado para la construcción, empleado como material para recubrimiento de muros, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.14.2, Parte Primera del Libro Quinto del DDF.

012.B AZULEJO

012.B.02 REFERENCIAS

Los azulejos de caolín, empleados como elementos de protección y decoración formando lambrines en muros, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.6, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

012.C CERAMICA

012.C.01 DESCRIPCION

Las cerámicas que se utilizan como revestimientos de muros y pisos y como elementos decorativos, son pequeñas piezas de forma prismática obtenidas por la cocción de materiales arcillosos. Se presentan pegadas sobre papel, formando piezas generalmente rectangulares de tamaños adecuados para facilitar su colocación.

012.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia al manchado	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación de la acción de los ácidos y álcalis	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación de la sanidad en autoclave	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Mosaicos	NOM C-8
Muestreo de cerámicas	SCT, Cap. 10, Tomo IX

012.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

012.C.03.a Requisitos físicos. Las cerámicas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 012-1 y, además, con los siguientes conceptos:

1. No deberán notarse los residuos de una mancha de tinta azul-negra después de dejarla reposar durante cinco minutos y lavar posteriormente la superficie con agua corriente y trapo húmedo, observando la muestra a una distancia de 1.50 m.
2. No deberán presentar cambios en el color después de haber estado sumergidos durante tres horas en solución de ácido clorhídrico al 10 por ciento, ni después de haber estado sumergidas el mismo lapso en solución de hidróxido de potasio al 10 por ciento.
3. El vidriado de las cerámicas no deberá rajarse, desprenderse ni agrietarse, después de un ciclo en la prueba de sanidad en autoclave.

012.C.03.b Dimensiones. El Representante podrá fijar la forma y dimensiones de las hojas de papel con que se presenten adheridas las cerámicas.

012.C.03.c Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres; la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

012.C.03.d Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de esta especificación, las cerámicas deberán cumplir con dichos requisitos para su aceptación.

012.D RECUBRIMIENTOS DE BARRO

012.D.02 REFERENCIAS

Los recubrimientos de barro empleados como protección u ornato en muros y pisos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.5, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

012.E LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO

012.E.02 REFERENCIAS

Las láminas de asbesto-cemento empleadas en la construcción de muros deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.010.A de estas especificaciones.

012.F MAMPARAS

012.F.01 DESCRIPCION

Las mamparas son elementos empleados para recubrimiento de paredes y muros en las estaciones y edificaciones. Pueden ser de asbesto-cemento, de fibra de vidrio, de lámina porcelanizada, de mármol y de plástico laminado, y utilizarse en la superficie exterior, con acabados a base de productos indicados en el proyecto y aprobados por el Representante.

Tabla 012-1. Requisitos físicos de las cerámicas

Propiedad	Valor especificado
Prueba de impacto. Altura de caída del martillo, para producir ruptura, mínimo en cm	4
Desgaste obtenido después de 600 revoluciones de la máquina para la prueba de abrasión, máximo en mm	1
Absorción en agua, a temperatura ambiente durante 24 horas, máximo en porcentaje	6

012.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de asbesto-cemento	4.01.01.010.A
Película plástica	4.01.01.010.G
Losetas o placas de mármol	4.01.01.013.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Relleno para juntas de expansión	4.01.01.016.D
Mosaico	NOM C-8

012.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

012.F.03.a Las mamparas podrán llevar en su cara exterior, a la vista del público, los recubrimientos necesarios para proporcionar el acabado fijado en el proyecto.

012.F.03.b Los productos para el recubrimiento de las mamparas serán los que apruebe el Representante, con base en las pruebas comparativas entre los mismos. Deberá emplearse el que arroje las mejores características.

012.F.03.c Debe tomarse en cuenta que las juntas que se empleen serán sometidas a movimientos cíclicos de expansión y contracción, estimados con 2 mm de amplitud, y a efectos flexionantes en ambos sentidos, perpendiculares a su plano por efecto del empuje del aire desplazado por los trenes.

012.F.03.d Pruebas de comportamiento de materiales de recubrimiento expuesto al público. Se realizarán las siguientes:

1. Resistencia a rayones. La superficie expuesta al público será sometida a rayones provocados con objetos punzocortantes, como navajas de bolsillo, clavos, desarmadores, llaves, etc., aplicados con una presión de 19.6 N (2 kg) y 20 movimientos simulando actos de vandalismo.
2. Facilidad de limpieza. La superficie en contacto con el público será manchada simulando tanto actos accidentales como de vandalismo con tinta china, crayones, plumones, lápices, bolígrafos, lápiz labial, grasa de calzado, pintura vinílica y de aceite, aceite y grasa automotriz. La limpieza deberá efectuarse para cada tipo de mancha con productos de obtención común en el mercado, tales como detergentes, jabón, thinner, gasolina blanca, etc.
3. La superficie expuesta al público será sometida a un impacto de 392.2 N (40 kg) repartido en una superficie de 100 cm^2, simulando el empuje de una persona durante un tumulto.
4. Decoloración y amarillamiento. La superficie expuesta deberá ser aprobada en prueba de intemperismo acelerado equivalente a 10 años.

012.F.03.e Los productos que se emplearán como recubrimiento en las mamparas deberán arrojar las mejores características en las pruebas mencionadas.

012.F.03.f Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres y la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

012.F.03.g Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos mencionados, las mamparas deberán ajustarse al contenido de esta especificación.

012.G RECUBRIMIENTOS DE PELICULAS PLASTICAS

012.G.02 REFERENCIAS

Los recubrimientos de películas plásticas empleados en muros deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.7, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

012.H RECUBRIMIENTOS DE MARMOL

012.H.02 REFERENCIAS

Los recubrimientos de mármol empleados en los acabados de columnas y muretes de las estaciones, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.013.A para placa de mármol y con la especificación incluida en 4.01.01.003.H de este Libro para mortero.

012.I RECUBRIMIENTOS DE PIEDRA EN MUROS

012.I.01 DESCRIPCION

Los recubrimientos de piedra son aquéllos que se hacen con fines decorativos, para proteger el muro contra el intemperismo y otros agentes externos.

012.I.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Piedras para recubrimientos	4.01.01.004.A
Losetas o placas de mármol	4.01.01.013.A

012.I.03 REQUISITOS DE CALIDAD

012.I.03.a Las piedras que se empleen deberán tener las siguientes características:

1. Ser uniformes en cuanto a su constitución.
2. Carecer de grietas, huecos, nódulos y restos orgánicos.
3. Poder soportar las cargas de trabajo a que se sujetarán según el proyecto.
4. Ser resistentes a los agentes externos ambientales predominantes en el lugar de colocación.
5. Tener adherencia a los morteros empleados para su colocación.
6. Ser susceptibles de labrarse, excepto los cantos rodados, que se emplearán en su forma natural.
7. Estar libres de polvo, grasa, aceite y otros materiales contaminantes que perjudiquen su aspecto y adherencia a los morteros.
8. Deberán ser de la calidad, forma, tamaño, color y acabado que el proyecto indique, tanto en la superficie que les sirva de vista como en las restantes.

012.I.03.b De las piedras naturales que se empleen, se deberán presentar muestras suficientes para avalar su aceptación o rechazo.

012.I.03.c En los casos en que se empleen piedras artificiales fabricadas en sitio o en planta, independientemente de su tamaño, el fabricante deberá proveer las piezas de los anclajes y refuerzos necesarios para asegurar la estabilidad de cada piedra.

012.I.03.d Aceptación. Los materiales de piedra en muros deberán cumplir con los requisitos y tolerancias especificados en el proyecto y con las pruebas que ordene el Representante, para proceder a su aceptación.

012.J MADERAS

012.J.02 REFERENCIAS

Las maderas que se empleen como recubrimientos en muros deberán cumplir, en lo que corresponda, con los requisitos establecidos en 4.01.01.007 de estas especificaciones.

012.K PINTURAS

012.K.02 REFERENCIAS

Las pinturas que se empleen como acabados en muros deberán cumplir, en lo que corresponda, con los requisitos establecidos en 4.01.01.022 de estas especificaciones.

012.L PASTAS PARA RECUBRIMIENTO EN MUROS

012.L.01 DESCRIPCION

012.L.01.a Son compuestos formados por un aglutinante, una selección de agregados, productos químicos y pigmentos, que al mezclarse con el agua permiten obtener diferentes acabados tanto interiores como exteriores y al endurecer adquieren las características previamente establecidas por el proyecto.

012.L.01.b Las pastas en función del tipo de agregado y producto químico, pueden ser:

1. Pasta con resinas vinil-acrílicas, agregados minerales silico-cuarzosos y pigmentos integrales. Se usa en tirol con acabado "planchado" o "gota" para muros con aplanado de mortero, en muros de tímpano y en lugares indicados en el proyecto.
2. Pasta a base de resinas vinil-acrílicas, arenas sílicas con granulometría entre las mallas NOM M 0.850 y M 0.425 (ASTM Nos. 20 y 40) totalmente libres de polvo, y pintura vinílica integrada. Se aplicará en acabados de diferente textura final de acuerdo a lo indicado en el proyecto.
3. Pasta a base de resinas acrílicas, arena de cuarzo con granulametría entre las mallas NOM M 0.150 y M 0.300 (ASTM Nos. 50 y 100), fibras de asbesto y pigmentos inorgánicos. Se usa para recubrimientos sobre asbesto moldeado, mamparas de aluminio y demás lugares indicados en el proyecto.
4. Pasta a base de resinas acrílicas, silicones, arena de cuarzo con granulometría entre las mallas NOM F 0.045 y F 0.075 (ASTM Nos. 200 y 325) y pigmentos inorgánicos.

012.L.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Resinas epóxicas	4.01.01.022.E
Adhesivos	4.01.01.026.A

CONCEPTO	REFERENCIA
Recubrimientos para protección anticorrosiva; muestreo y pruebas	PEMEX 5.132.01
Recubrimientos para protección anticorrosiva; requisitos de calidad	PEMEX 4.132.01
Agregados para concreto (arena)	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C

012.L.03 REQUISITOS DE CALIDAD

012.L.03.a Los componentes de las pastas deberán cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro de Referencias.

012.L.03.b Las pastas se harán con la granulometría, proporcionamiento y cantidad de agregados, resina y pigmentos que indique el proyecto, para dar el acabado especificado en el mismo.

012.L.03.c En la elaboración de las pastas se empleará revolvedora de la capacidad adecuada para lograr uniformidad en las mezclas.

012.L.03.d Las resinas vinil--acrílicas utilizadas en la elaboración de las pastas, deberán cumplir con los requisitos de las tablas 012-2 y 012-3.

012.L.03.e Elaboración

1. Las mezclas de resinas vinil-acrílicas, agregados minerales y pigmentos integrales, se deberán elaborar de manera que se obtenga una consistencia apta para el uso especial que se les dé.

2. El volumen de pasta que se elabore deberá aplicarse dentro de un tiempo máximo de dos horas. La pasta excedente se desechará después de este tiempo.

Tabla 012-2. Requisitos físicos de las resinas vinil-acrílicas

Requisitos	Valores especificados	
	Mínimo	Máximo
Tiempo de secado, en horas		
- Al tacto	-	0.5
- Duro	-	4.0
Estabilidad		
- Envase cerrado, en horas	48	-
- Almacenamiento, en días	180	-
Flexibilidad		
- Doblado en mandril cónico	Debe pasar	-
- Lámina pintada	Debe pasar	-
Intemperismo. Ciclo 102/18 minutos, duración, en horas	500	-
Gabinete salino, en horas	500	-
Densidad, en gramos por cm^3	1.09	-
Viscosidad Brookfield LV, en centipoises, según color	900	3 000
Finura o fineza, unidades	-	2
Retenido en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325), en porcentaje	-	2
Aplicación por aspersión	Debe pasar	-
Apariencia	Debe pasar	-
Poder cubriente, m^2/ℓ	16	-

Tabla 012-3. Requisitos de composición de las resinas vinil -acrílicas

Composición	Porcentaje, en peso	
	Mínimo	Máximo
Cantidad de pigmento según color*	19.7	25.5
Vehículo, según color	74.5	80.3
Resina vinílica y plastificantes	30.0	-
Solventes	-	70.0
Brea o derivados	-	0
Agua libre	-	0.5
Compatibilidad	Debe pasar	-

* Los pigmentos no deberán tener derivados de plomo

3. Se deberán presentar tres muestras para las pruebas que designe el Representante, de acuerdo con las especificaciones que se acuerde con el fabricante y se indique en el proyecto.

012.L.03.f Aceptación. Las pastas deberán cumplir con lo señalado en esta especificación y, con lo indicado en el proyecto; en caso contrario serán rechazadas sin costo para el Representante.

CAPITULO 4. 01. 01. 013

MATERIALES PARA PISOS

013.A LOSETAS Y PLACAS DE MARMOL

013.A.01 DESCRIPCION

Las losetas o placas de mármol son aquellos materiales extraídos de canteras, cortados hasta formar una placa y con una de sus caras lisa y pulida. Se emplean para recubrimiento de pisos, de columnas y muretes.

013.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Mosaicos	NOM C-8
Determinación de la resistencia a la absorción de grasas	SCT, Cap 26, Tomo V
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

013.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

013.A.03.a La resistencia al impacto que provocará la ruptura será a una altura mínima de 130 mm, de acuerdo con la norma NOM C-8.

013.A.03.b La resistencia mínima a la flexión será de 2.45 MPa (25 kg/cm^2).

013.A.03.c El desgaste obtenido en 400 revoluciones de la máquina de prueba será como máximo de 1.20 mm bajo presión sobre la superficie de desgaste.

013.A.03.d Resistencia al ataque de grasas. Cuando se someta la placa de mármol a esta prueba, no deberá presentar en la superficie expuesta exceso de manchas, formación de grietas, pérdida de color y brillo u otros tipos de defectos visibles.

013.A.03.e El muestreo para verificar las propiedades de las placas de mármol, se llevará a cabo de acuerdo con lo que indique el Representante, tomando las muestras necesarias para su ensaye.

013.A.03.f Dimensiones y tolerancias. Las losetas o placas de mármol tendrán un espesor de 20 mm, con una tolerancia de $\pm$ 1 mm; las dimensiones serán de 40 x 60 cm y con una tolerancia de $\pm$ 2 mm. Podrán aceptarse otras formas y dimensiones, de acuerdo con lo que indique el proyecto, pero las tolerancias se mantendrán.

013.A.03.g Manejo y almacenamiento

1. El manejo de las placas o losetas de mármol deberá ser cuidadoso, en tal forma que no se produzcan roturas, desportilladuras o se lastimen las aristas de las piezas.
2. Las placas o losetas de mármol se almacenarán sobre tarimas de madera para evitar la contaminación del material por contacto directo del terreno. Las piezas se acomodarán adecuadamente hasta una altura que no permita el derrumbe de las mismas ni dañe las piezas inferiores.

013.A.03.h Aceptación. Salvo que el Representante autorice modificaciones en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las placas de mármol deberán cumplir con los requisitos enunciados.

013.B LOSETAS ASFALTICAS

013.B.02 REFERENCIAS

Las losetas asfálticas empleadas como revestimiento para pisos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.9, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

013.C LOSETAS VINILICAS

013.C.02 REFERENCIAS

Las losetas vinílicas empleadas como revestimiento para pisos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.10, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

013.D LAMINADOS TERMOPLASTICOS DECORATIVOS

013.D.01 DESCRIPCION

Los laminados termoplásticos decorativos son productos elaborados con resinas del cloruro de polivinilo, plastificantes y material de relleno con o sin soporte, empleados como recubrimientos para pisos.

013.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de prueba para la determinación de la resistencia de los plásticos a los reactivos químicos	NOM E-32
Método de prueba para la determinación de la dureza Shore de hules y plásticos	NOM R-61
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

CONCEPTO	REFERENCIA
Laminados termoplásticos decorativos	NOM E-50

013.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

013.D.03.a Uniformidad del color. El producto debe presentar uniformidad en el color, de acuerdo con el diseño y tener buena estabilidad a la luz.

013.D.03.b Determinación de rigidez. Los laminados no deben presentar envejecimiento, es decir roturas ni agrietamientos, cuando se enrrolle el anverso sobre un mandril de 20 mm de diámetro y 150 mm de largo a temperatura ambiente 298 K (25°C).

013.D.03.c Dureza Shore A. Cuando se somete el producto a la prueba de penetración a una temperatura de acondicionamiento de 296 K (23°C) y 50 por ciento de humedad relativa, debe resistir de 40 a 80 en la escala A o C, respectivamente.

013.D.03.d Desgaste por abrasión. La muestra debe resistir como mínimo un desgaste de 0.020 g por cada centímetro cuadrado con 1000 pasadas en el abrasímetro, usando lija del No. 40 y peso de 2.45 N (0.25 kg).

013.D.03.e Resistencia a la tensión. El producto debe resistir sin romperse una carga máxima de 245 N (25 kg) usando probetas de 5 cm, es decir 5 kg/cm.

013.D.03.f Ataque químico. El producto, al ser sometido a la acción química según la norma NOM E-32, no debe presentar ningún deterioro a temperatura ambiente durante 10 minutos.

013.D.03.g Estabilidad dimensional. La muestra debe de encogerse como máximo un 0.5 por ciento al ser sometida durante una hora a 353 K (80°C).

013.D.03.h Penetración y recuperación. La recuperación de la muestra debe ser de un 50 por ciento en 30 minutos de acuerdo con el método de prueba de la norma NOM E-50.

013.D.03.i Dimensiones. Los laminados termoplásticos decorativos deben tener como mínimo un espesor de 1.2 mm. El largo y el ancho deberá ser el fijado por el Representante, para anchos hasta de 3.60 m con una tolerancia de ± 3 por ciento.

013.D.03.j Acabado. La superficie de los laminados debe estar libre de ampollas, escamas, grietas, manchas y perforaciones.

013.D.03.k Identificación. Cada unidad debe llevar en el reverso los siguientes datos: nombre, marca o razón social del fabricante, dimensiones en unidades métricas, número del lote de fabricación, mes y año, número de rollo, peso del rollo, en N(kg) y tipo.

013.D.03.*l* La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres; la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

013.D.03.m Aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requerimientos indicados, los laminados termoplásticos decorativos deberán cumplir con los requisitos contenidos en esta especificación para su aceptación.

013.E LOSETAS DE BARRO CON VIDRIADO

013.E.01 DESCRIPCION

013.E.01.a Las losetas de barro con vidriado son elementos de recubrimiento, elaborados con arcillas, fundentes y otras materias primas minerales sometidas a una cocción arriba de 1173 K(900°C). La cara superior o superficie de desgaste tiene una capa vidriada o esmaltada, transparente u opaca, en ocasiones coloreada y/o decorada, y la cara inferior puede ser plana o tener relieves (en forma de "botones" o de "estrías") para su mejor adherencia. Se emplean como material de construcción para el revestimiento de pisos y paredes interiores.

013.E.01.b Las losetas de barro con vidriado se clasifican en los tres tipos siguientes:

1. Tipo "A" (1a. clase). Tiene un color uniforme, no tiene poros ni grietas en la superficie vidriada y ésta es uniforme y sin adherencias de cuerpos extraños.

2. Tipo "B" (2a. clase). Hay cierta tolerancia en los tonos de su color; no se toleran grietas, pero se admiten defectos tales como falta de esmalte, hundimientos, ondulaciones, esmalte picado, burbujas, etc., siempre y cuando no sean visibles a la distancia de un metro.

3. Tipo "C" (3a. clase). Son aquellas losetas que sin llegar a reunir las condiciones exigidas a las del tipo "B", pueden ser usadas normalmente.

013.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12(R-18)
Losetas de barro con vidriado	NOM C-285

013.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

013.E.03.a Dimensiones y tolerancias. Las dimensiones normales de las losetas de barro con vidriado son las que aparecen en la tabla 013-1, con una tolerancia de ± 1 por ciento en el largo y en el ancho, y de ± 1 mm en el espesor.

013.E.03.b Ortogonalidad (trapecio). Las losetas no deben presentar una desviación de la ortogonalidad mayor de 1 por ciento.

013.E.03.c Alabeo. Las losetas no deben presentar en sus aristas ni en sus diagonales, un alabeo convexo o cóncavo mayor del 1 por ciento, determinado como la máxima desviación cóncava o convexa respecto al plano de referencia dividido entre la longitud de la arista o la diagonal.

013.E.03.d Resistencia al agrietamiento. La superficie vidriada o esmaltada de las losetas debe ser resis-

tente al agrietamiento y pasar satisfactoriamente la prueba, no presentando fisuras en el esmalte.

013.E.03.e Absorción. La absorción de las losetas deberá ser la siguiente, según el método con el que se determine:

Tabla 013-1. Dimensiones

Forma	Designación (clave)	Dimensiones, en mm		
		Largo	Ancho	Espesor
Cuadrada	C	213 160	213 160	10.5 9.5
Rectangular	R	213 213	106 106	10.5 8.0
Provenzal (formas especiales)	P	160 213	160 103	8.0 9.5
Teja	T	213	103	9.5

1. Absorción en agua fría, máxima: 15 por ciento.

2. Absorción en autoclave, máxima: 20 por ciento.

013.E.03.f Resistencia a la flexión (módulo de ruptura). Las losetas deben tener una resistencia a la flexión tal que el módulo de ruptura mínimo sea de 10.8 MPa (110 kg/cm^2).

013.E.03.g Resistencia al desgaste. La resistencia al desgaste de las losetas debe presentar 500 mg de desgaste máximo sobre la superficie vidriada o esmaltada durante 1000 revoluciones y con dos contrapesos de 9.80 N (1 kg), de acuerdo con la norma NOM C-285.

013.E.03.h Resistencia al impacto. La resistencia al impacto de las losetas debe ser tal que la altura mínima de caída del martinete que provoca la ruptura sea de 40 mm.

013.E.03.i Resistencia del esmalte a las manchas. Las losetas deben ser resistentes a la acción de las soluciones de la prueba del esmalte a la mancha, y no deben presentar variaciones del brillo y/o color, en forma visible a la distancia de un metro.

013.E.03.j Las losetas de barro con vidriado deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación, salvo que el Representante autorice cambios en los requisitos establecidos.

013.E.03.k Manejo y almacenamiento. Las losetas de barro vidriado deberán cumplir en lo que corresponda con los requisitos establecidos en el párrafo 013.A.03.j de este capítulo.

013.E.02.*l* Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres y la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

013.E.03.m Aceptación. Savo que el proyecto autorice cambios en los requisitos que se establecen en esta especificación, las losetas de barro con vidriado que se incluyen en este capítulo deberán cumplir con dichos requisitos para que sea aceptada su utilización.

013.F MOSAICOS

013.F.02 REFERENCIAS

Los mosaicos de granito empleados para recubrimien tos de pisos y muros deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.8, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

013.G LADRILLO DE ARCILLA RECOCIDA

013.G.01 DESCRIPCION

013.G.01.a Los ladrillos se fabrican con una mezcla de arcilla, limo y agua, en proporciones que varían según el procedimiento del fabricante. Esta mezcla se moldea vaciándola en marcos rectangulares de madera de diferentes dimensiones y comprimiéndola a mano. Las piezas se dejan secar al aire libre y

al sol durante varios días, hasta que adquieran la resistencia necesaria para trasladarlas y acomodarlas en hornos apropiados, en donde se cuecen a diversas temperaturas. Los ladrillos de arcilla recocida se emplean en general en la construcción de pisos, techos y recubrimientos en general. La especificación aquí presentada se refiere a los ladrillos para pisos.

013.G.01.b Los ladrillos, de acuerdo con el color que adquieren debido a la temperatura y duración de la cocción a que se someten, se clasifican en tipos A, B y C como se indica a continuación:

— Tipo A: Recocido a altas temperaturas durante un tiempo prolongado, o que por estar en contacto directo con las flamas del horno se ha recocido hasta tomar un color negruzco o rojizo quemado. Al producto resultante de este tipo se le da el nombre de "recocho" o de "cabezas negras".

— Tipo B: Recocido a temperatura media durante el tiempo suficiente para permitir que adquiera un color rojizo o que por su colocación en la parte media del horno sin estar en contacto con la flama adquiere tal color. Al producto de este tipo comúnmente se le llama "colorado".

— Tipo C: Recocido a temperatura baja durante un tiempo corto, con lo que adquiere un color entre amarillo y rojo, o que por estar colocado en la parte superior del horno, en los sitios más alejados de la flama, tome ese color. Al producto de este tipo comúnmente se le da el nombre de "anaranjado o bayo".

013.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia a la flexión	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación de la resistencia a la compresión	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación de la absorción	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación del coeficiente de saturación	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Determinación del muestreo de ladrillos	SCT, Cap. 10, Tomo IX
Método de muestreo	SCT, Cap. 10, Tomo IX

013.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

013.G.03.a Los ladrillos deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 013-2.

013.G.03.b Manejo. Los ladrillos se estibarán con el cuidado necesario para evitar desportilladuras o roturas; en las cabeceras se colocarán en posición perpendicular con cierta pendiente para proteger el lote, evitando con esto que se desbaraten y puedan romperse.

Tabla 013-2. Características de los ladrillos de arcilla recocida

Prueba	Tipos		
	A	B	C
Módulo de ruptura a la flexión, en MPa (kg/cm²), mínimo	1.47(15)	1.18(12)	0.98(10)
Esfuerzo de compresión a la aparición de la primera grieta, en MPa (kg/cm²), mínimo	2.94(30)	2.45(25)	1.96(20)
Esfuerzo por compresión a la ruptura, en MPa (kg/cm²), mínimo	7.0 (70)	5.88(60)	4.90(50)
Absorción a las 24 horas de permanencia en agua fría, porcentaje máximo	20	23	25
Absorción a las cinco horas de permanencia en agua en ebullición, porcentaje máximo	25	28	30
Coeficiente de saturación, máximo	0.80	0.82	0.84

013.G.03.c Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres y la aceptación de estos materiales será a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

013.G.03.d Aceptación. Salvo indicación en contrario, el Representante podrá rechazar un lote de ladrillos que no cumpla con los requisitos anteriores descritos y sometidos a verificación conforme al muestreo y métodos de prueba del cuadro de referencias.

013.H AZULEJOS

013.H.02 REFERENCIAS

Los azulejos de caolín deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.45.6, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

013.I CERAMICAS

013.I.02 REFERENCIAS

Las cerámicas empleadas como revestimiento para pisos deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.012.C de estas especificaciones.

013.J MADERAS

013.J.02 REFERENCIAS

Las maderas que se empleen en recubrimientos para pisos deberán cumplir, en lo que corresponda, con los requisitos establecidos en 4.01.01.007 de estas especificaciones.

CAPITULO 4. 01. 01. 014

MATERIALES PARA ACABADOS DE TECHOS

014.A YESO

014.A.02 REFERENCIAS

El yeso calcinado empleado en recubrimientos de techos deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.14.2, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

014.B PASTAS PARA TECHOS

014.B.01 DESCRIPCION

014.B.01.a Pastas. Son compuestos formados por un aglutinante, una selección de agregados, y pigmentos, que al mezclarse con el agua endurecen adquiriendo las características previamente establecidas por el proyecto.

014.B.01.b Las pastas se clasifican en función del tipo de agregado y del aglutinante. de acuerdo con las siguientes variables:

1. Pasta de cal hidratada y grano fino de mármol. Se emplea en aplanados en general.

2. Pasta de cal hidratada, cemento blanco y grano fino de mármol. Se emplea como tirol en recubrimientos interiores.

3. Pasta de cemento blanco y grano fino mármol. Se usa en recubrimientos exteriores de techos, en plafones expuestos al ambiente exterior y en otras formas que requieran de una buena resistencia al intemperismo.

014.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto	4.01.01.002.C
Cal hidratada	4.01.01.003.D

014.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

014.B.03.a Los componentes de las pastas deberán cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro de Referencias.

014.B.03.b Los proporcionamientos y colorantes minerales que se agreguen a las pastas serán los que señale el proyecto.

014.B.03.c Equipo para elaboración. En la elaboración de las pastas se deberá emplear revolvedora de la capacidad necesaria y adecuada para lograr uniformidad en las mezclas.

014.B.03.d Deberá tenerse el suficiente cuidado en el manejo y almacenamiento de los colorantes, cal hidratada, cemento blanco y otros aglutinantes, empleados en la elaboración de pastas, que son materiales que reaccionan con la humedad; deberán estar en lugares cubiertos y libres de materias que puedan contaminarlos e hidratarlos previamente a su empleo.

014.B.03.e Bases de aceptación

1. Las pastas elaboradas con cemento deberán colocarse en un tiempo que no exceda de tres horas después de haber sido elaboradas.

2. Salvo que el proyecto modifique los requisitos establecidos en la presente especificación, las pastas podrán ser rechazadas si a juicio del Representante, dichos requisitos no son cumplidos.

014.C MORTEROS

014.C.02 REFERENCIAS

Los morteros que se empleen en los acabados de techos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.003.H de estas especificaciones.

014.D PLACAS DE YESO

014.D.01 DESCRIPCION

014.D.01.a Placas de yeso para plafones. Son productos para integrar elementos de la construcción, comúnmente en forma cuadrada, con cantos lisos, ranurados o en forma de bisel. Pueden estar reforzados por el reverso ya sea perimetralmente y/o en sentido diagonal al centro.

014.D.01.b Paquete acústico. Es un relleno de material absorbente del sonido, comúnmente en forma de paquete, que se coloca al reverso de la placa de yeso perforada.

014.D.01.c Las placas de yeso para plafones son de un solo grado de calidad y se clasifican, según su estructura, en los tipos y subtipos siguientes:

— Tipo I: Macizas

  ° Subtipo IA: Lisas por el anverso.

  ° Subtipo IB: Decorativas.

— Tipo II: Perforadas

  ° Subtipo IIA: Con perforaciones tapadas en el reverso.

° Subtipo IIB: Con perforaciones al través, para ventilación.

° Subtipo IIC: Con perforaciones al través y con paquete acústico.

014.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-38
Placas de yeso para plafones	NOM C-174
Determinación de las propiedades físicas del yeso y productos derivados	NOM C-188
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

014.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

014.D.03.a Tolerancias dimensionales

1. Las placas de yeso para plafones, deberán satisfacer los requisitos y tolerancias dimensionales siguientes:

   Largo: 600 + 0 mm
   − 3 mm

   Ancho: 600 + 0 mm
   − 3 mm

   Grueso: 30 ± 1 mm

   1.1 El proyecto podrá variar las dimensiones, tamaño y forma de las placas de yeso, según se requiera, manteniéndose las tolerancias indicadas.

2. Descuadramiento. El descuadramiento permitido no debe ser mayor que ± 1 mm de esquina a esquina del espécimen.

3. Planitud. La desviación de una placa de yeso con respecto a un plano no debe ser mayor que ± 1 mm entre dos puntos a 600 mm, en cualquier dirección sobre la superficie de la placa.

014.D.03.b Peso. El peso de una placa de yeso de 600 x 600 mm para plafones no debe ser mayor de 68.6 N (7 kg). Las placas decorativas, de las mismas dimensiones, no deben pesar más de 78.4 N (8 kg) cada una.

014.D.03.c Carga de ruptura por flexión. El promedio de carga de ruptura por flexión, aceptable para un mínimo de tres especímenes, será de 147.1 N (15 kg) y no debe ser menor de 117.7 N (12 kg) en ningún espécimen, ensayado de acuerdo con los procedimientos de prueba de la norma NOM C-174.

014.D.03.d Colocación. La colocación de las placas de yeso para plafones se puede hacer por medio de tornillos o con un dispositivo de sujeción de anclas que sostienen un bastidor metálico, de plástico o de madera, fijado al techo, cumpliendo con lo indicado en el proyecto.

014.D.03.e Marcado. Cada una de las placas de yeso para plafones deberá identificarse en el canto liso o en el reverso, con la marca o signo del fabricante.

014.D.03.f Manejo y almacenamiento

1. Las placas de yeso se manejarán y transportarán en forma cuidadosa, de tal manera que no se produzcan daños, como desportilladuras, roturas u otros defectos.

2. Las placas de yeso se almacenarán en lugares donde no exista humedad. Cada pieza se colocará adecuadamente de tal forma que no se dañen las piezas subyacentes.

014.D.03.g Muestreo. El muestreo deberá llevarse a cabo de acuerdo con la norma NOM Z-12 (R-18), con un "nivel de calidad aceptable" de 2.5.

014.D.03.h Bases de aceptación. Salvo que el proyecto modifique o adicione los requerimientos descritos en esta especificación, las placas de yeso para plafones deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser aceptados.

014.E PRODUCTOS PARA FALSO PLAFON

014.E.01 DESCRIPCION

014.E.01.a Los productos para falso plafón son elementos que se emplean para proporcionar las características de acabado señaladas en el proyecto.

014.E.01.b Los falsos plafones o techos se refieren a las armazones suspendidas de una estructura principal que se hacen con propósitos funcionales o decorativos y reciben el nombre del acabado o material que les da vista. Dichas armazones podrán ser de metal o madera y sostendrán al material de vista que será de aplicación o a base de piezas prefabricadas.

014.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Yeso calcinado	DDF 5.14.2*
Madera para acabados en hojas	DDF 5.17.4*
Madera para acabados en tiras	DDF 5.17.3*
Láminas de asbesto-cemento	4.01.01.012.E
Recubrimientos de películas plásticas	4.01.01.012.G
Placas de yeso	4.01.01.014.D
Plafones metálicos	4.01.01.014.F
Pérgolas metálicas (marimbas)	4.01.01.014.G

* Libro Quinto, Parte Primera.

014.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

014.E.03.a Los materiales básicos para los plafones podrán ser: yeso, cartón comprimido, lana mineral, fibra vegetal, plásticos rígidos espumados y fibra de vidrio.

014.E.03.b Los acabados podrán ser de las siguientes características: naturales, pintados, con películas rígidas o flexibles, premoldeados, perforados, decorativos, acústicos y térmicos.

014.E.03.c El material para el tipo de estructura con que podrán soportarse los plafones podrá ser: aluminio, metales desplegados, madera y adhesivos; los plafones podrán ser del tipo de suspensión oculta o visible.

014.E.03.d Los materiales empleados serán de la calidad que fije el proyecto y apruebe el Representante.

014.E.03.e En ningún caso se permitirán materiales o productos deformados o dañados por golpes. Las piezas o láminas deberán ser las indicadas en el proyecto, debiendo cumplir con la calidad y color especificados.

014.E.03.f Bases de aceptación. La aceptación de los materiales y productos para plafones debe basarse en los requisitos, pruebas y muestreo recomendados por el fabricante, previa autorización del Representante.

014.F PRODUCTOS METALICOS PARA FALSO PLAFON

014.F.01 DESCRIPCION

Los plafones metálicos como metal desplegado y malla ciclónica empleados para acabados de techos, son elementos formados con mallas metálicas o láminas, galvanizadas o con tratamiento anticorrosivo, que se destinan para construir falsos plafones para recibir, cuando se requiera, recubrimientos de mortero, azulejo, cerámica y yeso.

014.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales para herrería y cerrajería	4.01.01.020
Materiales y productos de acero	4.01.01.005
Materiales para cimbra	4.01.01.008
Materiales para acabados de techos	4.01.01.014
Tuberías y conexiones	4.01.01.017

014.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

La aceptación de los plafones metálicos para acabados de techos debe basarse en los requisitos, pruebas y muestreo recomendados por el fabricante, previa autorización del Representante.

014.G PERGOLAS METALICAS (MARIMBAS)

014.G.01 DESCRIPCION

014.G.01.a Las pérgolas (marimbas) son rejillas paralelas, formadas por elementos metálicos de la sección indicada por el proyecto, que unidos forman módulos que se integran en un emparrillado modular.

014.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Laminados termoplásticos decorativos	4.01.01.013.D
Productos para plafones	4.01.01.014.E
Plafones metálicos	4.01.01.014.F
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B

014.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

014.G.03.a El acabado de las rejillas paralelas que forman las pérgolas (marimbas), podrá ser esmaltado en los colores que fije el proyecto.

014.G.03.b La soportería y placas de fijación, la tornillería y las barras roscadas estarán de acuerdo con las características de calidad que fije el proyecto.

014.G.03.c Los elementos que forman las pérgolas deberán ser perfectamente rectos y a escuadra. En ningún caso se permitirán materiales deformados o dañados por golpes. Las piezas deberán ser las indicadas en el proyecto.

014.G.03.d El Contratista deberá presentar las muestras necesarias de los elementos y piezas que forman las pérgolas para la aprobación del Representante, antes de iniciar la fabricación en serie de los elementos.

014.G.03.e Bases de aceptación. Para la aceptación de los elementos y piezas que forman las pérgolas, éstos deberán cumplir con las pruebas que recomiende el fabricante, tomando en consideración los datos del proyecto y las indicaciones del Representante.

014.H MADERA

014.H.02 REFERENCIAS

Las maderas que se empleen para los acabados en techos deberán cumplir con los requisitos establecidos en los Capítulos 5.17.3 y 5.17.4, Parte Primera del Libro Quinto, de las Normas Generales de Construcción del DDF.

014.I PINTURA

014.I.02 REFERENCIAS

Las pinturas o recubrimientos que se empleen para los acabados en techos, deberán cumplir en lo que corresponda, con los requisitos establecidos en 4.01.01.022 de estas especificaciones.

CAPITULO 4. 01. 01. 015

MATERIALES Y PRODUCTOS PARA PAVIMENTOS

015.A MATERIALES PARA TERRACERIAS

015.A.01 DESCRIPCION

015.A.01.a Los materiales que se utilizan en la construcción de terraplenes o rellenos, son suelos provenientes de cortes o préstamos, los cuales se pueden emplear solos, mezclados o estabilizados con otros materiales naturales o elaborados, en tal forma que reúnan características adecuadas para su uso.

015.A.01.b Los materiales para terracerías se clasifican de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 5.10, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

015.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales para terracerías	DDF, Libro Quinto, Parte Primera, 5.10
Obtención, envase, identificación y transporte de las muestras	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Preparación de las muestras	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación de la humedad de los suelos	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Materiales para revestimientos, sub-bases y bases	DDF, Libro Quinto, Parte Primera, 5.19
Determinación de la absorción del material pétreo retenido en la malla de 9.5 mm (3/8")	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación de la densidad de los suelos	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación de los pesos volumétricos de los suelos	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación de la composición granulométrica	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación de los límites de Atterberg y pruebas complementarias	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Prueba de compactación en suelos que pasan la malla No. 4	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Prueba de compactación en suelos con agregado grueso hasta de 25.4 mm	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Prueba estándar de valor relativo de soporte (prueba Porter)	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Prueba de valor cementante	SCT, Cap. 1, Tomo IX
Determinación del peso volumétrico seco máximo	AASHTO T-99
Peso volumétrico máximo modificado	AASHTO T-180

015.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

Salvo que el proyecto y el Representante autoricen cambios en los requisitos de calidad, muestreo, pruebas y bases de aceptación, las terracerías deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.10, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

015.B MATERIALES PARA SUB-BASES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

015.B.01 DESCRIPCION

Son materiales seleccionados empleados para la construcción de sub-bases, ya sea que se estabilicen o no con algún producto natural o elaborado. Los materiales empleados serán seleccionados de acuerdo a sus condiciones y podrán emplearse en su estado natural o someterse a algún tratamiento para mejorar sus características.

015.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales para terracerías	4.01.01.015.A
Materiales para revestimientos, sub-bases y bases	DDF, Libro Quinto, Parte Primera, 5.19
Obtención, envase, identificación y transporte de las muestras	SCT, Cap. 2, Tomo IX

015.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

0.15.B.03.a Granulometría. La curva granulométrica del material para sub-bases de pavimentos flexibles deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3, de acuerdo con la fig 015-1, debiendo presentar una forma se-

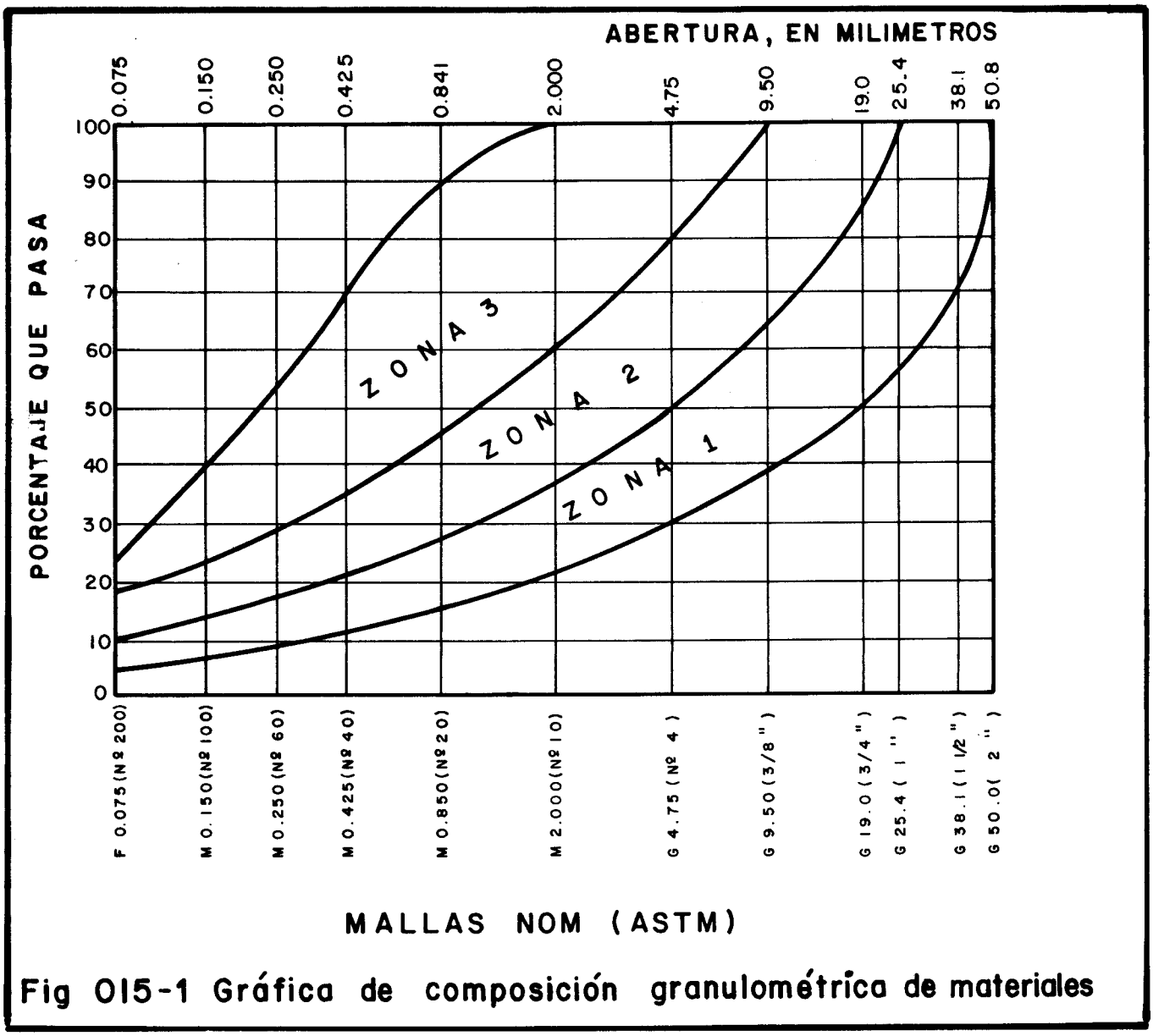


Fig 015-1 Gráfica de composición granulométrica de materiales

mejante a la de las curvas que limitan zonas y además no presentar cambios bruscos de pendiente. Por otro lado, el material deberá cumplir con los siguientes requisitos adicionales de granulometría:

1. La relación entre el porcentaje del peso que pase por la malla de 0.074 mm (NOM F 0.075, ASTM No. 200) y el que pase la malla de 0.420 mm (NOM M 0.425, ASTM No. 40) no deberá ser mayor de 0.65.

2. El tamaño máximo de partículas del material no deberá ser mayor de 50.8 mm (2").

015.B.03.b Para la contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte y equivalente de arena, dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material de sub-base para pavimentos flexibles, los requisitos deberán ser los establecidos en la tabla 015-1.

015.B.03.c Bases de aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante autoricen requerimientos y tolerancias diferentes a las indicadas, los materiales para sub-bases de pavimentos flexibles deberán cumplir con los requisitos enunciados en la especificación aquí tratada.

015.C MATERIALES PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE DE PAVIMENTOS RIGIDOS

015.C.01 DESCRIPCION

Los materiales que se emplean en la construcción de bases y sub-bases, son materiales pétreos seleccionados en función de sus características físicas. Las bases y sub-bases son capas sucesivas que se construyen sobre la subrasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitirlas a las capas inferiores de las terracerías, distribuyéndolas de tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.

015.C.02 REFERENCIAS

Los métodos de prueba y muestreo de los materiales para base y sub-base, deberán apegarse a los procedimientos indicados en 4.01.01.015.A.02 de este capítulo.

015.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

015.C.03.a Granulometría. La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el lí-

Tabla 015-1. Requisitos de los materiales pétreos para sub-base de pavimentos flexibles

Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría		
	1	2	3
Contracción lineal, porcentaje máximo*	6.0	4.5	3.0
Valor cementante para materiales angulosos, en MPa (kg/cm^2), mínimo	0.343 (3.5)	0.294 (3.0)	0.245 (2.5)
Valor cementante para materiales redondeados y lisos, en MPa (kg/cm^2), mínimo	0.540 (5.5)	0.441 (4.5)	0.343 (3.5)
Valor relativo de soporte estándar saturado, porcentaje mínimo	50	50	50
Equivalente de arena, porcentaje mínimo (tentativo)	20	20	20

* Cuando la curva granulométrica del material se aloje en dos zonas, en la parte correspondiente a la fracción comprendida entre las mallas de 0.420 y 0.074 mm (NOM M 0.425 y F 0.075, ASTM No. 40 y No. 200), la contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor extensión de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla de 0.074 mm (NOM F 0.075, ASTM No. 200) sea menor de 15 por ciento, en cuyo caso la zona considerada será aquélla en la que se aloje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

mite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3 de la fig 015-1. Además, cumplirá con los siguientes requisitos:

1. Preferentemente deberán emplearse materiales cuya curva granulométrica se encuentre en las zonas 1 o 2, debiendo presentar una forma semejante a la de las curvas que limitan dichas zonas sin cambios bruscos en su pendiente.

2. La relación entre el porcentaje en peso que pase la malla de 0.074 mm (NOM F 0.075, ASTM No. 200) y el que pase la malla de 0.420 mm (NOM M 0.425, ASTM No. 400), no deberá ser mayor de 0.65.

3. El tamaño máximo de partículas no deberá ser mayor de 50.8 mm (2") para materiales que no requieran ningún tratamiento de disgregado, o de 38 mm (1 1/2") para materiales que requieran tratamiento de disgregado.

015.C.03.b Para el límite líquido, contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte, equivalente de arena e índice de durabilidad, los requisitos deberán ser los establecidos en las tablas 015-2 y 015-3.

Tabla 015-2. Requisitos de los materiales pétreos para base y sub-base de pavimentos rígidos

Características	Zona en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría		
	1	2	3
Límite líquido, porcentaje máximo	30	30	30
Contracción lineal, porcentaje máximo (Ver 015.B.03.b)	4.5	3.5	2.0
Valor cementante para materiales angulosos, en MPa (kg/cm^2), mínimo	0.34 (3.5)	0.29 (3.0)	0.24 (2.5)
Valor cementante para materiales redondeados y lisos, en MPa (kg/cm^2), mínimo	0.54 (5.5)	0.44 (4.5)	0.34 (3.5)

Tabla 015-3. Requisitos mínimos para materiales de base y sub-base en función de las intensidades de tránsito

Intensidad de tránsito en ambos sentidos	Valor relativo de soporte estándar, porcentaje mínimo	Equivalente de arena, porcentaje mínimo	Indice de durabilidad, porcentaje mínimo
Hasta 1000 vehículos pesados, al día	80	30	35
Más de 1000 vehículos pesados, al día	100	50	40

015.C.03.c Bases de aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante autoricen requerimientos y tolerancias diferentes a las indicadas, el material para base hidráulica y sub-base de pavimentos rígidos deberá cumplir con los requisitos enunciados en la especificación aquí presentada.

015.D MATERIALES ASFALTICOS

015.D.02 REFERENCIAS

Los materiales asfálticos tales como cemento asfáltico, asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.21.1, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

015.E MATERIALES PETREOS PARA CARPETAS Y MEZCLAS ASFALTICAS

015.E.01 DESCRIPCION

015.E.01.a Los materiales pétreos para carpetas son materiales seleccionados, que de acuerdo a sus condiciones podrán emplearse en estado natural o con algún tratamiento.

015.E.01.b La mezcla asfáltica es el producto obtenido mediante la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo.

015.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales para sub-base de pavimentos flexibles	4.01.01.015.B
Materiales asfálticos	DDF,5.21.1-D*
Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas	DDF,5.20*
Mezclas asfálticas	DDF,5.21.2*
Determinación de la composición granulométrica	SCT, Cap. 3, Tomo IX
Pruebas de afinidad entre el material pétreo y el asfalto	SCT, Cap. 3, Tomo IX
Obtención, envase, identificación y transporte de muestras	SCT, Cap. 5, Tomo IX
Determinación del contenido de asfalto	SCT, Cap. 5, Tomo IX
Procedimiento Marshall para determinar los valores de estabilidad y flujo de mezclas asfálticas	SCT, Cap. 5, Tomo IX
Determinación del porcentaje de vacíos en mezclas asfálticas	SCT, Cap. 5, Tomo IX

* Libro Quinto, Parte Primera

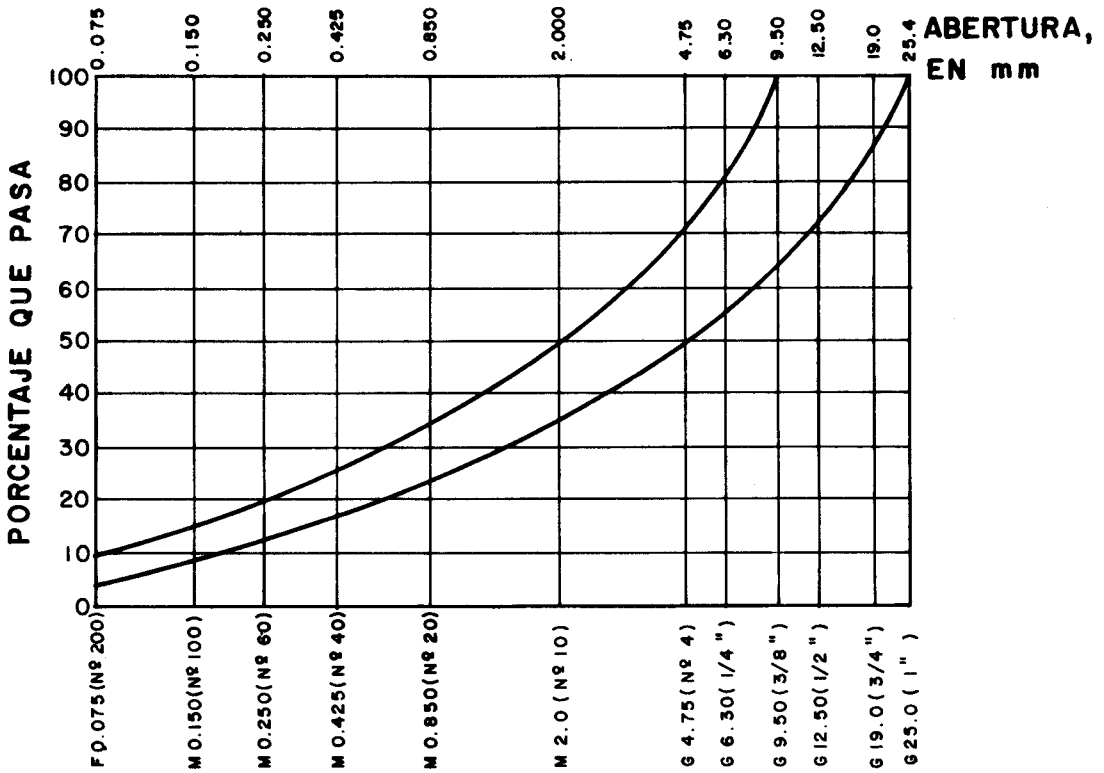
015.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

015.E.03.a Los materiales pétreos deberán cumplir con los requisitos siguientes:

1. La composición granulométrica del material pétreo para concreto asfáltico deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig 015-2. El tamaño máximo de partículas será de 25.4 mm (1").
2. La curva granulométrica del material pétreo para morteros asfálticos deberá quedar comprendida entre las curvas de la fig 015-3.
3. Los materiales pétreos para concretos asfálticos deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 015-4.
4. Los materiales pétreos empleados en la construcción de morteros asfálticos deberán satisfacer los requisitos enunciados en la tabla 015-4.
5. Para la elaboración de tratamientos superficiales, el material pétreo deberá cumplir con los requisitos de granulometría indicados en la tabla 015-5.

015.E.03.b Las mezclas asfálticas deberán sujetarse a los requisitos establecidos en la tabla 015-6.

015.E.03.c Bases de aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante autoricen requerimientos diferentes a los indicados, los materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.



MALLAS NOM (ASTM)

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA PORCENTUAL EN PESO DEL MATERIAL PETREO
PASA MALLA	RETENIDO EN MALLA	
Correspondiente al tamaño máximo	4.75 mm (NOM G 4.75; ASTM Nº4)	± 5
4.75 mm (NOM G 4.75; ASTM Nº4)	2.00 mm (NOM M 2.00; ASTM Nº 10)	± 4
2.00 mm (NOM M 2.00; ASTM Nº10)	0.425 mm (NOM M 0.425; ASTM Nº40)	± 3
0.425 mm (NOM M 0.425; ASTM Nº40)	0.075 mm (NOM F 0.075; ASTM Nº200)	± 1
0.075 mm (NOM F 0.075; ASTM Nº200)	— —	± 1

Fig 015-2 Composición granulométrica para materiales pétreos de concreto asfáltico

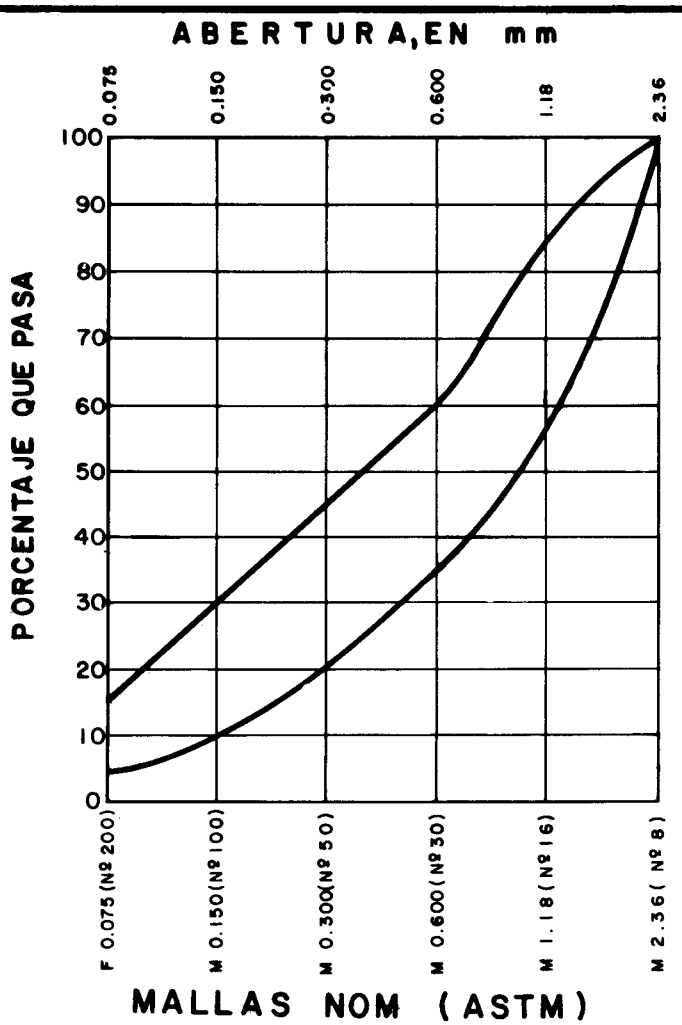


Fig 015-3 Zona de especificaciones granulométricas para materiales pétreos que se empleen en morteros asfálticos

Tabla 015-4. Requisitos de los materiales pétreos

Característica	Concreto asfáltico	Mortero asfáltico
Contracción lineal, porcentaje máximo	2	2
Desgaste "Los Angeles", porcentaje máximo	40	10*
Partículas alargadas y/o en forma de laja, porcentaje máximo	35	-
Equivalente de arena, porcentaje mínimo	55	40
Afinidad del pétreo con el asfalto:		
Desprendimiento por fricción, porcentaje máximo	25	25
Cubrimiento con asfalto, porcentaje mínimo	90	-
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua, porcentaje máximo	25	-

* El valor de desgaste se determina de acuerdo con el método de prueba de la abrasión en húmedo.

Tabla 015-5. Requisitos granulométricos del material pétreo para tratamientos superficiales

Denominación del agregado pétreo	Porcentaje que pasa la malla				
	12.5 mm (NOM G 12.5; ASTM 1/2")	9.50 mm (NOM G 9.5; ASTM 3/8")	4.75 mm (NOM G 4.75; ASTM No.4)	2.36 mm (NOM M 2.36; ASTM No.8)	0.425 mm (NOM M 0.425; ASTM No. 40)
3-A	100	95 mín.	-	10 máx.	2 máx.
3-E	100	95 mín.	5 máx.	0	-

Tabla 015-6. Características de las mezclas asfálticas (Procedimiento Marshall)

Características	Tránsito medio	Tránsito intenso
Número de golpes por capa	50	75
Estabilidad, mínima en N (kg)	4 412 (450)	6 863 (700)
Flujo, en mm	2 a 4.5	2 a 4
Porcentaje de vacíos en la mezcla, respecto al volumen del espécimen	3 a 5	3 a 5
Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM), respecto al volumen del espécimen de mezcla, mínimo	14	12

015.F LOSAS DE CONCRETO HIDRAULICO PARA PAVIMENTOS

015.F.01 DESCRIPCION

Las losas de concreto hidráulico para pavimentos son elementos estructurales de secciones diversas de concreto hidráulico, simple o armado, apoyados sobre una sub-base de tipo granular, que tienen como finalidad proporcionar al tránsito una capa rígida, estable, resistente al desgaste e intemperismo, prácticamente impermeable, de superficie uniforme y de textura adecuada al rodamiento.

015.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Líquidos para curado de concreto	4.01.01.002.E
Materiales laminares para curado de concreto	4.01.01.002.F
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas corrugadas y lisas de acero para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Materiales para juntas constructivas	4.01.01.016

015.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

015.F.03.a Se podrán utilizar cementos del tipo I, III y Portland-puzalona, los cuales deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.A de estas especificaciones.

015.F.03.b Concreto hidráulico. El concreto por emplearse deberá sujetarse a los requisitos de resistencia mínima a la compresión y resistencia mínima a la flexión especificados en el proyecto. Además, deberá cumplir con los requisitos de revenimiento, tamaño máximo y otros requerimientos que se exijan a la mezcla.

015.G ADOQUINES DE CONCRETO

015.G.01 DESCRIPCION

015.G.01.a Adoquín. Unidad de concreto o mortero precolado de forma prismática, cuyo diseño permite que se entrelace, con transferencia de carga entre pieza y pieza, para formar pavimentos.

015.G.01.b Los productos se clasifican de acuerdo al tipo de aplicación, en A, B, C y D (tabla 015-7).

Tabla 015-7. Requisitos físicos

Tipo	Subtipo	Espesor mínimo, en mm	Resistencia a la compresión, en MPa (kg/cm^2)	Modulo de ruptura. Resistencia a la flexión, en MPa (kg/cm^2)	Pérdida de espesor por abrasión máxima en cualquier muestra, en mm (*)	Absorción en porcentaje máximo (en cualquier muestra)	Aplicación
A	1	80	24.5 (250)	2.9 (30)	1.7	8	Andadores, plazuelas, banquetas (peatones)
	2	60	29.4 (300)	3.9 (40)	1.5	8	
B	-	80	34.3 (350)	4.9 (50)	1.3	8	Tránsito ligero en zonas residenciales (vehículos)
C	-	80	44.1 (450)	5.9 (60)	1.1	8	Tránsito medio en calles y estacionamientos de servicios (vehículos)
D	-	80	53.9 (550)	6.9 (70)	1.0	6	Tránsito pesado en calles (vehículos)

* En 200 revoluciones con una presión de 19.6 kPa (200 g/cm^2)

015.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos y bloques para la construcción	NOM C-36
Mosaicos	NOM C-8
Pavimento. Adoquines de concreto	NOM C-314

015.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

015.G.03.a Requisitos geométricos. Para cualquier forma de adoquín, los lados del mismo deberán ser perpendiculares a la base y a la tapa.

015.G.03.b Requisitos dimensionales

1. El ancho de la sección mínima de trabajo de los adoquines, no deberá ser menor de 80 mm ni mayor de 200 mm; la relación ancho-largo deberá estar comprendida entre 1.1 y 2.0 y la relación espesor-largo no deberá ser mayor de 0.3.

2. El área de la superficie de desgaste del adoquín limitada por un chaflán de sección recta o curva, no deberá ser menor del 70 por ciento del área plana total del adoquín.

3. Tolerancias dimensionales. La diferencia dimensional entre los valores máximo y mínimo de muestras tomadas al azar, no deberá ser mayor de 3 mm en el largo y ancho, y de 5 mm en el espesor; la diferencia de cualquier dimensión de las caras superior e inferior no deberá ser mayor de 4 mm.

015.G.03.c Requisitos físicos. Dependiendo de las características del diseño y del uso a que se destinen los adoquines, deberán cumplir con los requisitos físicos establecidos en la tabla 015-7.

015.G.03.d Muestreo. Para verificar si un lote cumple con los requisitos geométricos, dimensionales y físicos, se deberán tomar muestras al azar en la siguiente forma:

Se deben tomar 10 piezas adicionales por cada 50 000 piezas que sobrepasen a las 100 000.

015.G.03.e Marcado. Cada muestra debe marcarse de tal forma que pueda ser identificada en cualquier momento y las marcas no deben cubrir más del 50 por ciento del área total del espécimen.

015.G.03.f Bases de aceptación

1. Para que un lote de adoquines sea aceptado, deberá satisfacer los requisitos geométricos y dimensionales establecidos en los párrafos 015.G.03.a y 015.G.03.b.

2. Para cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión, los resultados de las pruebas deberán satisfacer lo siguiente: No más del 10 por ciento del número de especímenes probados tendrá valores inferiores a la resistencia especificada; el promedio de la resistencia de tres especímenes probados consecutivamente debe ser igual o mayor que la resistencia especificada; no más del 1 por ciento de los especímenes ensayados debe tener una resistencia menor a la especificada menos 3.4 MPa (35 kg/cm^2).

CAPITULO 4. 01. 01. 016

MATERIALES PARA JUNTAS CONSTRUCTIVAS

016.A BANDAS DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

016.A.01 DESCRIPCION

016.A.01.a Bandas de impermeabilidad. Deben ser de la forma y dimensiones que fije el proyecto y fabricarse mediante un proceso de extrusión tal, que el producto terminado y listo para su uso sea denso, homogéneo y libre de huecos u otras imperfecciones. La sección recta de la banda debe ser uniforme en toda su longitud y simétrica en el sentido transversal, de manera que el espesor a una distancia dada el cualquiera de los bordes de la banda sea uniforme.

016.A.01.b Material. Las bandas deberán ser elaboradas a partir de un compuesto elastomérico cuya resina básica debe ser cloruro de polivinilo (PVC). El compuesto contendrá, además, las cantidades mínimas indispensables de resinas, plastificantes, estabilizadores o cualquier otro material para asegurar que cuando el compuesto se forme, cumplirá con los requisitos de comportamiento establecidos en estas especificaciones.

016.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Especificaciones de los compuestos rígidos de cloruro de polivinilo (PVC)	ASTM D-1784
Muestreo de bandas de cloruro de polivinilo	U.S. Corps of Eng. CRD-C-667
Determinación de la resistencia a la tensión	U.S. Corps of Eng. CRD-C-568
Determinación del comportamiento de fragilidad en materiales plásticos	U.S. Corps of Eng. CRD-C-570
Determinación de la rigidez en flexión	US. Corps of Eng. CRD-C-571
Métodos de prueba. Elongación en extracción acelerada, efecto de los álcalis y cambio de dureza Shore	U.S. Corps of Eng. CRD-C-66
Determinación del alargamiento o elongación en plásticos	U.S. Corps of Eng. CRD-C-573

016.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

016.A.03.a Las bandas de cloruro de polivinilo (PVC) deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-1, de acuerdo a las muestras tomadas en el producto terminado, el material de la banda (muestras en hojas), y rebanadas del material tomado en la obra o en la fábrica.

016.A.03.b Los compuestos de cloruro de polivinilo deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-2 para el material tipo I grado 1 según la norma ASTM D-1784-81.

016.A.03.c Para fines de estas especificaciones, habrán de compararse los resultados de las pruebas con la norma CRD-C-572-66 del U.S. Corps of Engineers y con la norma ASTM D-1784-81 y se aceptarán los materiales cuando sus valores superen a los de la norma menos rígida.

016.A.03.d Muestreo del material. El fabricante deberá proporcionar un mínimo de 0.3 m^2 de material en forma de hojas de espesores comprendidos entre 1.6 y 3.2 mm y deberá acompañar una constancia firmada por el responsable de la fábrica de que las muestras provienen del mismo material que se usa y de que será usado en la manufactura de las bandas de impermeabilidad. La constancia deberá establecer, además, que el compuesto elastomérico-plástico que ha sido y será usado en la manufactura de las bandas, contiene cloruro de polivinilo (PVC) como resina básica y que no se ha usado ni se usará PVC regenerado. Los especímenes de prueba serán de la forma y dimensiones especificadas en cada uno de los métodos de ensaye y deberán cortarse con la mayor dimensión paralela al grano de la hoja cuando éste sea visible; cuando no lo sea, todos los especímenes deberán cortarse con sus dimensiones mayores paralelas entre sí.

016.A.03.e Muestreo directo en la banda de impermeabilidad. Se cortará una muestra de 30 cm de largo de cada 60 m de banda terminada. La muestra se cortará en pedazos de dimensiones convenientes y se reducirá el espesor por raspado o mediante rebanado hasta alcanzar entre 1.6 y 3.2 mm.

016.A.03.f Bases de aceptación. Salvo que el proyecto y el Representante autoricen cambios en los requisitos de calidad especificados, las bandas de cloruro de polivinilo deberán cumplir con los requisitos de esta especificación para proceder a su utilización.

Tabla 016-1. Requisitos de las muestras de bandas de cloruro de polivinilo

Características	Requisitos en muestras		
	Producto terminado	Material de las bandas (en hojas)	Rebanadas de una banda
Resistencia a la tensión, usando dado III, mínimo, MPa (kg/cm^2)	9.6 (98)	2.3 (24)	7.7 (79)
Elongación usando dado III, promedio mínimo, en porcentaje	280	350	-
Temperatura* de fragilidad a 310 K (37°C)	-	Sin agrietamiento o astillamiento	-
Rigidez en flexión, con 1.25 cm de claro, mínimo en MPa (kg/cm^2)	-	2.75 (28)	-
Extracción acelerada, elongación máxima en porcentaje, usando dado III, no menor de	-	300	-
Resistencia a la tensión, usando dado III, mínimo en MPa (kg/cm^2)	-	10.39 (106)	-
Efecto de los álcalis: cambio en peso, en porcentaje después de 7 días		0.10 a 0.25	-
Cambio en dureza Shore (unidades) después de 7 días	-	± 5	-
Dureza Shore "A" mínima	86	86	86

El número de especímenes ensayados en cada prueba será de 5, excepto donde se indica con *, que serán 3.

016.B TIRAS PREFORMADAS DE NEOPRENO

016.B.01 DESCRIPCION

Las tiras preformadas consisten en hule de neopreno compuesto, elástico y durable como base y no deberán contener hule regenerado total o parcialmente. Estas se emplean como material para juntas de expansión.

016.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación del esfuerzo a la tensión y elongación	ASTM D-412-83
Método de prueba. Juntas de expansión preformadas selladas para concreto	ASTM D-545-77
Determinación de pruebas por envejecimiento	ASTM D-573-81
Método de prueba para ensaye de ruptura	ASTM D-622-81
Determinación de la dureza Shore	ASTM D-2240-81
Determinación de la rigidez a temperaturas bajas	ASTM D-797-81
Pruebas de comportamiento en ozono	ASTM D-1149-81

Tabla 016-2. Características de los compuestos de cloruro de polivinilo rígido: Tipo I, grado 1 (Norma ASTM D-1784-81)

Característica	Valor especificado
Dureza Shore "A", mínima	86
Resistencia a la tensión, mínima en MPa (kg/cm^2)	48.5 (495)
Módulo de elasticidad en tensión, mínimo en MPa (kg/cm^2)	2 758 (28 123)
Resistencia a la fricción, mínima en MPa (kg/cm^2)	76.5 (780)
Resistencia al impacto mínima, en N-cm (kg-cm)	34.72 (3.54)
Temperatura de flexión bajo carga de 1.82 MPa (18.6 kg/cm^2), en K (°C)	343 (70)
Inflamabilidad	Autoextinguible
Resistencia química, 93% de ácido sulfúrico y 14 días de flotación a 328 ± 2 K (55 ± 2°C):	
Cambio en peso, en porcentaje	+ 5.0, - 0.1
Cambio en resistencia a la flexión, en porcentaje	+ 5.0, - 25.0
Resistencia química, inmersión en aceite ASTM No. 3, durante 30 días a 296 K (23°C):	
Cambio en peso, en porcentaje	± 1

016.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

016.B.03.a Las tiras preformadas de neopreno deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-3.

016.B.03.b Las dimensiones de las tiras preformadas de neopreno deberán apegarse a las especificaciones de los planos de proyecto, con las siguientes tolerancias:

Espesor: ± 1.6 mm

Ancho: ± 3.2 mm

Largo: ± 6.4 mm

016.B.03.c La determinación de las propiedades de recuperación deberá realizarse conforme a la norma ASTM D-545-77, considerando los aspectos siguientes:

1. El espécimen ensayado estará comprimido al 50 por ciento de su espesor original, antes de la prueba. La carga debe ser eliminada inmediatamente después de su aplicación. Al término de 10 minutos después de eliminada la aplicación de la carga, el espécimen tendrá una recuperación de cuando menos el 90 por ciento de su espesor original.

2. En caso de no cumplir con los requerimientos mencionados, el espécimen ensayado estará sujeto a tres aplicaciones de carga a la compresión suficientes para que el material alcance hasta el 50 por ciento de su espesor original. La carga será eliminada inmediatamente después de cada aplicación. Al término de una hora después de la tercera aplicación, el espécimen deberá recuperar cuando menos el 90 por ciento de su espesor original.

016.B.03.d Resistencia al manejo. Las tiras preformadas de juntas de expansión selladas, serán de tal calidad que no se deformen o quiebren con el manejo ordinario, cuando se expongan a las condiciones normales de trabajo. Las piezas de las juntas selladas que estén dañadas, deberán ser rechazadas.

016.B.03.e Transporte de las muestras. Las muestras deberán ser empacadas para su transportación de tal manera que no haya peligro de distorsión o roturas. Los ensayes se realizarán sobre juntas de expansión selladas que no tengan deformaciones o se quiebren por el manejo.

Tabla 016-3. Requisitos físicos

Característica	Valor especificado
Dureza Shore "A"	60 ± 5
Resistencia a la tensión, mínima en MPa (kg/cm²)	17.3 (176)
Elongación a la ruptura, mínimo en porcentaje	325
Rigidez a bajas temperaturas 277 K (4°C): módulo de Young, máximo en MPa (kg/cm²)	68.9 (703)
Ozono (1 ppm en aire por volumen), 20 por ciento esfuerzo a 311 ± 1 K (38 ± 1°C), en 100 horas	No agrietarse
Intemperismo	Sin desintegración
Resistencia al envejecimiento. Después de haber sometido a la prueba de envejecimiento, 70 horas a 373 K (100°C):	
Cambio de dureza	0 a ± 10
Esfuerzo a la tensión, cambio en porcentaje	± 12
Elongación a la ruptura, cambio máximo en porcentaje	- 35
Ensaye a la ruptura (ASTM D-622-C), mínimo en MPa (kg/cm)	1.54 (15.7)

016.B.03.f Muestreo

1. De cada muestra a suministrarse se tomarán cinco especímenes para ensayarse cuyas medidas serán 114 x 114 mm.

2. Una muestra representativa será seleccionada por cada remesa de 93 m² o fracción de la misma, o bien de cada espesor ordenado.

016.B.03.g Bases de aceptación. Excepto que el proyecto y el Representante modifiquen los requisitos de esta Especificación, estos materiales deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser aceptados.

016.C SELLADORES DE JUNTAS EN FRIO

016.C.01 DESCRIPCION

016.C.01.a Los selladores de juntas estarán constituidos por un material que se adapte a las deformaciones de la junta y que sea adhesivo y capaz de sellar efectivamente la junta contra infiltraciones de humedad o de materias nocivas, a través de los ciclos de expansión y contracción debidos a los cambios de temperatura o a aplicaciones de cargas repetitivas. Los selladores de juntas se emplean en la construcción de pavimentos de concreto, puentes y otras estructuras.

016.C.01.b Los selladores de juntas mencionados en esta Especificación se aplican en caliente o en frío.

016.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo de materiales bituminosos	ASTM D-140-70
Sello de juntas para concreto, vaciado en caliente, tipo elástico	ASTM D-1190-74
Método de prueba para sello de juntas para concreto	ASTM D-1191-64
Sello de juntas para concreto, aplicación en frío	ASTM D-1850-74
Método de prueba. Sello de juntas, aplicación en frío	ASTM D-1851-67

016.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

016.C.03.a Los selladores de juntas del tipo de aplicación en caliente o en frío deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-4.

Tabla 016-4. Requisitos físicos

Concepto	Juntas selladoras	
	Aplicadas en caliente	Aplicadas en frío
Punto de congelamiento, temperatura máxima o límite para que el material pueda ser calentado sin exceder la fluidez permitida, en K (°C)	284 (11)	-
Penetración a 298 K (25°C), 150 g, 5 s, máxima	90	235
Fluidez, en mm:		
A 333 K (60°C), máxima	5	-
Después de curado, máxima	-	5

016.C.03.b Requisitos de adherencia

1. Para los selladores de juntas aplicados en caliente, el material se ensayará a 255 K (− 18°C) y los de aplicación en frío, después de efectuar el curado, ambos ensayados en cinco ciclos completos de tensión y compresión.

2. Durante el proceso de ensaye, el desarrollo de una grieta, separación o abertura en alguna parte del sello o entre el sello y el mortero no deberá ser mayor de 6.4 mm de profundidad. La profundidad de la grieta, separación o abertura se medirán perpendicularmente a la superficie del sello.

3. Se considerará que los selladores de juntas cumplen los requisitos de adherencia si en el ensaye de tres especímenes, cuando menos dos satisfacen dichos requisitos.

016.C.03.c Muestreo. La muestra para ensayar el material será de 4.5 kg o 4 *l* por cada mezcla preparada para el sello de las juntas. Los materiales deberán muestrearse de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma ASTM D-140-70.

016.C.03.d Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice modificaciones en los requisitos anteriormente descritos, los materiales selladores de juntas deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser aceptados.

016.D RELLENOS PARA JUNTAS DE EXPANSION

016.D.01 DESCRIPCION

016.D.01.a Los rellenos para juntas de expansión podrán ser de tipo bituminoso o del tipo no bituminoso, ambos empleados en pavimentos de concreto y construcciones estructurales.

016.D.01.b El tipo bituminoso es una composición de asfalto, brea o alquitrán, colocado entre dos capas de fieltro impregnadas de material bituminoso o entre dos capas de fibra de vidrio. Se clasifica en bituminoso, y bituminoso no extruido y elástico.

016.D.01.c El tipo no bituminoso consistirá en tiras preformadas compuestas de esponja, hule y corcho. Se clasifica en tres tipos:

Tipo I: Esponja de hule

Tipo II: Corcho

Tipo III: Corcho autoexpansor

016.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba. Rellenos para juntas preformadas de expansión	ASTM D-545-77
Juntas preformadas de expansión (tipo bituminoso).	ASTM D-994-71
Juntas preformadas de expansión (no extruidas y tipo bituminoso elástico)	ASTM D-1751-83
Juntas preformadas de esponja, hule y corcho	ATSM D-1752-67

016.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

016.D.03.a Los rellenos para juntas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-5.

016.D.03.b Dimensiones y tolerancias. Los materiales para rellenos de juntas deberán cumplir con los requisitos establecidos en el párrafo 016.B.03.b de este capítulo.

016.D.03.c Resistencia al manejo. Los materiales deberán cumplir con lo indicado en el párrafo 016.B.03.c de este capítulo.

016.D.03.d Transporte de muestras. Los materiales deberán sujetarse a lo indicado en el párrafo 016.B.03.e de este capítulo.

016.D.03.e Muestreo y aceptación. Deberá llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en los párrafos 016.B.03.f y 016.B.03.g de este capítulo.

016.E JUNTAS PREFORMADAS DE POLICLOROPRENO

016.E.01 DESCRIPCION

016.E.01.a Esta Especificación establece los requisitos que deben cumplir los sellos para juntas preformadas de policloropreno para emplearse en pavimentos rígidos y en puentes.

016.E.01.b El sello será fabricado y preformado con compuestos elastoméricos vulcanizados, usando policloropreno a base de polímeros.

016.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia a la compresión en hules y cauchos	ASTM D-395-82
Determinación de la resistencia a la tensión en hules y cauchos	ASTM D-412-83
Determinación de la resistencia de productos químicos en hules y cauchos	ASTM D-471-79
Determinación del deterioro del hule y caucho en el horno de aire	ASTM D-573-81
Determinación del deterioro del hule y caucho con el ozono	ASTM D-1149-81
Determinación de la resistencia a la dureza en hules y caucho	ASTM D-2240-81
Elastómero de policrloropreno preformado para juntas de concreto. Métodos de prueba	ASTM D-2628-81
Sello para juntas elásticas preformadas de policloropreno para puentes	ASTM D-3542-83

Tabla 016-5. Requisitos físicos

Características	Tipo bituminoso		Tipo no bituminoso		
	Bituminoso	Bituminoso extruido y elástico	I	II	III
Deflexión máxima a 325 K (52°C), en mm	25	-	-	-	-
Expansión en agua caliente en 1 hora, porcentaje mínimo					140
Fragilidad. No deberá presentar:	Agrietamiento ni fracturas	-	-	-	-
Recuperacion del espécimen ensayado y comprimido al 50 por ciento de su espesor después de 10 minutos, porcentaje mínimo	-	70	90	90	90
Densidad al aire, en kg/m^3, mínimo	-	304	480	-	-
Carga a compresión. Especímenes ensayados y comprimidos al 50 por ciento de su espesor original, en kPa (kg/cm^2)	689-5 171 (7-53)	689-5 171 (7-53)	340-10 350 (3.5-106)		
Contenido de asfalto, en porcentaje	-	35			
Intemperismo		Sin desintegración	Sin desintegración		
Rugosidades o bordes permisibles en el material, máximo en mm		6.4	6.4		
Absorción de agua, en porcentaje para espesores de: 25 mm 19 mm 13 mm 9.5 mm	 2.5 3 4 5	 20 por ciento del volumen 15 por ciento del volumen			

016.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

016.E.03.a Requisitos físicos. Las juntas de policloropreno deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 016-6.

016.E.03.b Dimensiones. El tamaño, forma y tolerancias de las dimensiones deben estar de acuerdo a lo señalado por el proyecto.

016.E.03.c Muestreo. El muestreo debe hacerse en una forma cuantitativa en cada lote de acuerdo a lo indicado por el Representante, pero como mínimo se tomarán 1.5 m lineales para efectuar tres pruebas en cada lote de entrega.

016.B.03.d Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos especificados, las juntas preformadas de policloropreno deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser aceptadas.

Tabla 016-6. Requisitos físicos

Característica	Valor especificado
Resistencia a la tensión, en MPa (kg/cm^2), mínimo	13.8 (141)
Elongación, porcentaje mínimo	250
Dureza Shore "A"	50 ± 5
Resistencia a la compresión a 373 K (100°C), porcentaje máximo	40
Envejecimiento en el horno a 70 h con 373 K (100°C):	
Pérdida de resistencia a la tensión, porcentaje máximo	20
Pérdida de elongación, porcentaje máximo	20
Dureza Shore "A", cambio en puntos	- 0 a + 10
Cambio de peso, porcentaje máximo	45
Recuperación con 50 por ciento de deflexión:	
Con temperatura de 263 K (-10°C), porcentaje mínimo	88
Con temperatura de 373 K (100°C), porcentaje mínimo	85

CAPITULO 4. 01. 01. 017

TUBERIAS Y CONEXIONES

017.A TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE

017.A.02 REFERENCIAS

La tubería de concreto simple deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.35.1, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

D017.B TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO

017.B.02 REFERENCIAS

La tubería de concreto reforzado deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.35.2, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.C TUBERIA DE CONCRETO PRESFORZADO

017.C.02 REFERENCIAS

La tubería de concreto presforzado deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.35.3, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.D TUBERIA DE ACERO PARA INSTALACIONES HIDRAULICAS

017.D.02 REFERENCIAS

La tubería de acero para instalaciones hidráulicas deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.39.1, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.E TUBOS DE ACERO AL CARBONO PARA USOS ESTRUCTURALES

017.E.01 DESCRIPCION

017.E.01.a Los tubos de acero para usos estructurales a que se refiere esta Especificación, son tubos de acero al carbono con o sin costura, formados en frío o en caliente, de secciones circulares, cuadradas, rectangulares o de secciones especiales para usos estructurales en construcciones metálicas para puentes o edificios y para usos estructurales en general.

017.E.01.b El acero para la fabricación de los tubos para usos estructurales debe ser producido por uno o más de los siguientes procesos: hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico.

017.E.01.c Los tubos se clasifican de acuerdo al proceso de fabricación en:

Tipo I. Con costura, formados en frío o en caliente.

Tipo II. Sin costura, formados en frío o en caliente.

017.E.01.d Los tubos de acero al carbono se subclasifican de acuerdo al grado de acero empleado en su fabricación, en A, B y C.

017.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería de acero para instalaciones hidráulicas	DDF 5.39.1
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes	NOM B-10
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Muestreo de acero y fundiciones para determinar su composición química	NOM B-173
Tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente	NOM B-177
Guía para la designación y clasificación de tubos de hierro y acero para conducción	NOM B-179
Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en frío, con o sin costura, de sección circular o de otras formas	NOM B-199
Tubos con o sin costura, de acero al carbono formados en caliente, para usos estructurales	NOM B-200

017.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

017.E.03.a Requisitos químicos. Los tubos de acero, formados en frío o en caliente deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 017-1.

017.E.03.b Requisitos de tensión. Los tubos deberán cumplir con los requisitos de tensión establecidos en las tablas 017-2 y 017-3.

Tabla 017-1. Composición química

Elemento	Formado en frío		Formado en caliente
	Grado A y B	Grado C	
Carbono, porcentaje máximo	0.30	0.27	0.30
Manganeso, porcentaje máximo	-	1.40	-
Fósforo, porcentaje máximo	0.05	0.05	0.05
Azufre, porcentaje máximo	0.063	0.063	0.063
Cobre, cuando se especifique acero al cobre, porcentaje mínimo	0.18	0.18	0.18

017.E.03.c Prueba de aplastamiento (aplicable a tubos redondos de acero formados en frío)

1. Tubos estructurales redondos, con costura. Un tramo de tubo con una longitud mínima de 100 mm debe aplastarse en frío entre dos planchas paralelas, en tres etapas. El cordón de soldadura (costura) debe colocarse a 90° de la línea de aplicación de la fuerza. Durante la primera etapa de esta prueba, la cual es una prueba de ductilidad de la soldadura, no deben presentarse grietas ni fisuras en las superficies interior y exterior, hasta que la distancia entre las planchas de aplastamiento sea menor de 2/3 del diámetro exterior original del tubo. Durante la segunda etapa, la cual es también una prueba de ductilidad, excluyendo la soldadura, no deben presentarse grietas ni fisuras en las superficies interior y exterior, hasta que la distancia entre las planchas de aplastamiento sea menor que la mitad del diámetro exterior original del tubo, pero no menos de cinco veces el espesor de pared del tubo. Durante la tercera etapa, la cual es una prueba de sanidad, el aplastamiento debe continuarse hasta que el tubo se rompa o las paredes del mismo se toquen. Las evidencias de material con laminación e insano o de soldadura defectuosa, que se revelen durante la prueba de aplastamiento completo, deben ser causa de rechazo.

2. Tubos estructurales redondos, sin costura, con diámetro exterior en 60 mm y mayor. Un tramo de tubo con una longitud mínima de 63 mm debe aplastarse en frío entre dos planchas paralelas, en dos etapas. Durante la primera etapa de esta prueba de ductibilidad, no deben presentarse grietas ni fisuras en las superficies interior y exterior, hasta que la distancia entre las planchas de aplastamiento sea menor que el valor H calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(1 + e)\,t}{e + (t/D)}$$

donde:

H Distancia entre las planchas de aplastamiento, en mm.

e Deformación por unidad de longitud (constante para un grado de acero dado: 0.09 para el grado A, 0.07 para el grado B y 0.06 para el grado C).

t Espesor de pared especificado, en mm.

D Diámetro exterior especificado, en mm.

Durante la segunda etapa, la cual es una prueba de sanidad, el aplastamiento debe continuarse hasta que el tubo se rompa o las paredes del mismo se toquen. Las evidencias de material con laminación e insano que se revelen durante la prueba de aplastamiento completo deben ser causa de rechazo.

3. Cuando los tubos tengan una relación D/t menor de 10, no debe ser causa de rechazo el hecho de que aparezcan grietas en los puntos a 0° y 180° del punto de aplicación de carga.

017.E.03.d Requisitos de doblado (tubos de acero formados en caliente). El espécimen de prueba deberá ser doblado en frío a 180° sin mostrar grietas en el exterior de la porción doblada; el doblado debe hacerse alrededor de un mandril con un diámetro que tenga una relación con el espécimen como se describe en la tabla 017-4.

017.E.03.e Dimensiones y tolerancias

1. Requisitos para tubos de acero, formados en frío

1.1 Tubos estructurales redondos

1.1.1 *Diámetro*

Tabla 017-2. Requisitos de tensión para tubos de acero formados en frío

Tubos estructurales de sección circular	Grado A	Grado B	Grado C
Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/mm^2)	310 (31.6)	400 (40.7)	427 (43.6)
Límite de fluencia, mínimo, en MPa (kg/mm^2)	228 (23.2)	290 (29.5)	317 (32.3)
Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo en porcentaje	25[a]	23[b]	21[c]
Tubos estructurales de sección diferente a la circular	**Grado A**	**Grado B**	**Grado C**
Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/mm^2)	310 (31.6)	400 (40.7)	427 (43.6)
Límite de fluencia, mínimo, en MPa (kg/mm^2)	269 (27.4)	317 (32.3)	345 (35.1)
Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo, en porcentaje	25[a]	23[b]	21[c]

a Aplicable a espesores de pared de 3.05 mm y mayores. Para espesores de pared menores de 3.05 mm, el alargamiento mínimo debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$A = 2.20\ e + 17.5$$

donde:

A Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo, en porcentaje

e Espesor de la probeta, en mm

b Aplicable a espesores de pared de 4.57 mm y mayores. Para espesores de pared menores de 4.57 mm, el alargamiento mínimo debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$A = 2.40\ e + 12$$

donde:

A Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo en porcentaje

e Espesor de la probeta, en mm

c Aplicable a espesores de pared de 3.05 mm y mayores. Para espesores de pared menores de 3.05 mm, el alargamiento mínimo deberá ser aprobado por el Representante.

— Para tubos con diámetro exterior menor de 50.8 mm, la tolerancia debe ser de ± 0.5 %, sobre el diámetro especificado.

— Para tubos con diámetro exterior de 50.8 mm y mayor, la tolerancia debe ser de ± 0.75 %, sobre el diámetro especificado.

1.1.2 *Espesor de pared.* La tolerancia en el espesor de pared medido en cualquier punto del tubo, debe ser menor de 10 por ciento del espesor de pared especificado. En tubos soldados no se debe realizar la medición en la zona de la soldadura.

Tabla 017-3. Requisitos de tensión, tubos de acero formados en caliente

Propiedad	Valor especificado
Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/mm^2)	402 (41) [a]
Límite de fluencia, mínimo, en MPa (kg/mm^2)	245 (25)
Alargamiento en 50 mm, mínimo en porcentaje [c]	23
Alargamiento en 203 mm, mínimo en porcentaje [c]	20 [b]

a La resistencia a la tensión máxima debe ser de 549 MPa (56 kg/mm^2).

b Para material con espesor de pared inferior a 7.92 mm el valor del alargamiento en 203 mm especificado debe reducirse en 1.25% por cada 0.79 mm de reducción del espesor de pared.

c El alargamiento debe ser determinado en una longitud calibrada de 50 mm o 203 mm, a opción del Representante.

Tabla 017-4. Requisitos para la prueba de doblado (tubos de acero formados en caliente)

Espesor del material, en mm	Diámetro del mandril
19.05 y menores	1/2 diámetro exterior
Mayores de 19.05 a 25.40	1 diámetro exterior

1.1.3 *Longitud.* Los tubos estructurales se fabrican normalmente en longitudes de fabricación y en longitudes específicas. Cuando los tubos se soliciten en longitudes específicas, las tolerancias en longitud para tubos redondos con largos fijos deberán ser las contenidas en la tabla 017-5.

Tabla 017-5. Tolerancias en longitud para tubos redondos con largos fijos

Longitud, en m	6.70 y menores		Mayores de 6.70 hasta 13.40	
	En más	En menos	En más	En menos
Tolerancia, en mm	12.70	6.35	19.05	6.35

1.1.4 *Rectitud.* La tolerancia en rectitud para tubos de sección circular debe ser como máximo de 2 mm, por cada metro de longitud.

1.2 Requisitos para tubos estructurales cuadrados y rectangulares.

1.2.1 *Dimensiones exteriores.* Las dimensiones exteriores entre caras medidas a una distancia como mínimo de 50 mm a partir del extremo del tubo, incluyendo el margen para convexidad o concavidad, no deben exceder las tolerancias indicadas en la tabla 017-6.

1.2.2 *Espesor de pared.* La tolerancia para el espesor de pared, incluyendo el área soldada, no debe exceder el 10 por ciento del espesor de pared especificado. El espesor de pared debe medirse al centro de la cara plana.

1.2.3 *Longitud.* Ver párrafo 017.E.03.e (1.1.3) de esta cláusula.

1.2.4 *Rectitud.* La tolerancia en rectitud, para tubos cuadrados y rectangulares, debe ser como máximo de 2 mm por cada metro de longitud.

1.2.5 *Descuadro de los lados.* La tolerancia en el descuadrado (desviación de los 90° entre lados adyacentes), para tubos de sección cuadrada y rectangular debe ser como máximo de ± 2°.

Tabla 017-6. Tolerancias en las dimensiones exteriores para tubos cuadrados y rectangulares

Dimensión exterior mayor entre caras, en mm	Tolerancia*
63.5 y menores	±0.51 mm
Mayores de 63.5 hasta 88.8	±0.64 mm
Mayores de 88.9 hasta 139.	±0.76 mm
Mayores de 139.7	±1.0%

* Las tolerancias respectivas para las dimensiones exteriores incluyen el margen para la concavidad y convexidad. Para secciones rectangulares la tolerancia calculada para las dimensiones de la cara mayor se debe aplicar a las dimensiones de la cara menor. Esta tolerancia puede aumentarse 50 por ciento, cuando se aplica a la dimensión menor si la relación de las dimensiones de la sección transversal es de 1.5 a 3 y 100 por ciento cuando dicha relación excede de 3.

1.2.6 *Radio de las esquinas.* Para tubos cuadrados y rectangulares el radio exterior de cualquier esquina no debe exceder de tres veces el espesor de pared especificado.

1.2.7 *Torcido.* Las tolerancias en torcido o variación con respecto al alineamiento axial de la sección del tubo, para tubos de sección cuadrada y rectangular, deben ser las indicadas en la tabla 017-7. El torcido se mide ya sea sujetando hacia abajo un extremo del tubo cuadrado o rectangular sobre una superficie plana con el lado inferior del tubo paralelo a la superficie y anotando la diferencia en distancia de la superficie plana a las dos esquinas del lado inferior del extremo opuesto del tubo, o midiendo esta diferencia sobre secciones más gruesas por medio de un dispositivo de medición adecuado. La diferencia en altura de las esquinas no debe exceder de los valores indicados en la tabla 017-7. La medición del torcido no debe hacerse a menos de 50 mm del extremo del tubo.

Tabla 017-7. Tolerancia de torcido para tubos de sección cuadrada o rectangular

Dimensión especificada del lado mayor, en mm	Máximo torcido, en mm/m
38.10 y menores	1.39
Mayores de 38.10 hasta 63.50	1.72
Mayores de 63.50 hasta 101.60	2.09
Mayores de 101.60 hasta 152.40	2.42
Mayores de 152.40 hasta 203.20	2.78
Mayores de 203.20	3.11

2. Requisitos para tubos de acero, formados en caliente

2.1 Tubos estructurales cuadrados y rectangulares

Las dimensiones exteriores (medidas transversalmente en los lados planos), el peso por metro y el espesor de pared nominal para tubos estructurales cuadrados y rectangulares serán los indicados en las tablas 017-8 y 017-9.

2.2 Tolerancias en las dimensiones exteriores

Las dimensiones especificadas, medidas a través de los lados planos en posiciones localizadas por lo menos a 50 mm de cualquiera de los extremos e incluyendo el margen necesario para la concavidad y convexidad, no deben exceder las tolerancias establecidas en la tabla 017-10.

2.3 Tolerancias en el peso

El peso de los tubos estructurales especificados en las tablas 017-8 y 017-9 no debe ser menor en más de 3.5 por ciento.

2.4 Tolerancias en la longitud

Cuando se han especificado tubos en longitudes fijas, las tolerancias permitidas serán de acuerdo con lo especificado en la tabla 017-11.

2.5 Rectitud

La variación permisible para la rectitud de los tubos debe ser de 10 mm por el número de metros, dividido entre 5.

2.6 Descuadramiento de los lados

Los lados adyacentes pueden desviarse de los 90° con una tolerancia máxima de ± 2°.

2.7 Torcido

La variación para el torcido o la variación sobre el alineamiento axial de los tubos de sección cuadrada, rectangular o especial, debe ser de acuerdo a lo especificado en la tabla 017-12.

017.E.03.f Acabado. Todos los tubos deben estar libres de defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación. Las imperfecciones superficiales causadas por el manejo de los tubos, marcas de matrices o rodillos laminadores así como picaduras poco profundas, no deben considerarse como defectos perjudiciales, siempre y cuando dichas imperfecciones puedan eliminarse sin disminuir el espesor de pared mínimo del tubo. En tubos soldados la superficie exterior del cordón de soldadura debe estar libre de protuberancias de metal. A menos que se especifique otra cosa, los extremos de los tubos deben cortarse a escuadra procurando se tenga un mínimo de rebabas o que dichas rebabas sean eliminadas de la superficie exterior, interior o en ambas. Cuando se requiera que las rebabas se eliminen, debe especificarse así en la orden de compra.

017.E.03.g Marcado y empaque. Cada tubo estructural debe marcarse en forma legible con los siguientes datos: nombre o marca del fabricante, designación de la norma correspondiente, tipo o grado del tubo, dimensiones de los tubos y requisitos especiales.

Tabla 017-8. Dimensiones para tubos estructurales cuadrados (formados en caliente)

Dimensiones exteriores medidas tansversalmente en los lados planos, en mm	Peso teórico, en kg/m	Espesor nominal de pared, en mm
22.40 x 25.40	1.62 2.10	2.41 3.39
50.80 x 50.80	4.00 4.52 5.43 6.41	2.79 3.18 3.91 4.78
63.50 x 63.50	6.43 8.32 10.57	3.58 4.78 6.35
76.20 x 76.20	8.60 10.21 13.10	3.95 4.78 6.35
88.90 x 88.90	8.60 12.11 15.63 18.86	3.95 4.78 6.35 7.92
101.60 x 101.60	13.85 17.89 21.61 25.06 31.07	4.70 6.35 7.92 9.53 12.70
127.00 x 127.00	17.65 22.95 27.92 32.63 41.19	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
152.40 x 152.40	21.44 26.00 34.26 40.24 51.31	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
177.80 x 177.80	25.00 32.80 40.17 47.22 60.36	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
203.20 x 203.20	37.66 46.49 54.81 70.46 84.80 97.18	6.35 7.92 9.53 12.70 15.88 19.05
254.00 x 254.00	47.90 59.14 69.99 90.70 110.09 128.18 160.41	6.35 7.92 9.53 12.70 15.88 19.05 25.40

Tabla 017-9. Dimensiones para tubos estructurales rectangulares (formados en caliente)

Dimensiones exteriores medidas transversalmente en los lados planos, en mm	Peso teórico, en kg/m	Espesor nominal de pared, en mm
76.20 x 50.00	6.42 6.32 10.57	3.58 4.78 6.35
101.60 x 50.00	8.60 10.21 13.10	3.96 4.78 6.35
101.60 x 76.20	10.24 12.11 15.63 18.80	3.95 4.78 6.35 7.92
127.00 x 76.20	13.65 17.89 21.61 25.05	4.78 6.35 7.92 9.53
152.00 x 76.20	15.74 20.42 24.70 24.85	4.78 6.35 7.92 9.53
152.40 x 101.60	17.65 22.95 27.93 33.53 42.75	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
177.80 x 127.00	21.44 26.01 34.26 40.24 51.31	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
203.20 x 101.60	21.44 26.01 34.26 40.24 51.31	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
203.20 x 152.40	25.08 32.80 40.17 47.22 60.34	4.78 6.35 7.92 9.53 12.70
254 x 152.40	37.64 46.49 56.61 70.46	6.35 7.92 9.53 12.70

Tabla 017-10. Tolerancias en las dimensiones nominales de tubos estructurales de sección cuadrada (formados en caliente)

Dimensión exterior medida transversalmente en los lados planos, en mm	Tolerancia[a]
63.50 y menores	± 0.51 mm
Mayores de 63.50 a 88.90 inclusive	± 0.64 mm
Mayores de 88.90 a 141.30 inclusive	± 0.76 mm
Mayores de 141.30	1%

a La tolerancia para la dimensión exterior respectiva incluye las tolerancias para convexidad y concavidad.

Tabla 017-11. Tolerancias para longitudes fijas de los tubos estructurales

Diámetro, en mm	6.7 y menores		Mayores de 6.7 a 13.40 inclusive	
	En más	En menos	En más	En menos
Tolerancia sobre la longitud , en mm	12.70	6.35	19.05	6.35

Tabla 017-12. Tolerancia sobre torcido de los tubos sección cuadrada, rectangular o especial

Dimensión exterior mayor especificada, en mm	Máxima torsión permitida, en mm/m
38.10 y menores	1.39
Mayores de 38.10 a 63.50	1.72
Mayores de 63.50 a 101.60 inclusive	2.08
Mayores de 101.60 a 152.40	2.42
Mayores de 152.40 a 203.20 inclusive	2.78
Mayores de 203.20	3.11

017.E.03.h Muestreo

1. Análisis del producto. Cuando el análisis se haga en un tubo determinado, se deben tomar dos tubos de cada lote de 500 o fracción.

2. Pruebas de tensión. Dos pruebas de tensión y dos pruebas de doblado deben realizarse por cada lote.

3. Prueba de aplastamiento. La prueba de aplastamiento debe hacerse en un tubo redondo de cada lote.

017.E.03.i Bases de aceptación

1. Si los resultados de las pruebas mencionadas, representativas de cualquier lote, no cumplen con los requisitos especificados, deben realizarse nuevas pruebas sobre dos veces el número original de muestras tomadas del mismo lote, debiendo todos los resultados de estas pruebas adicionales cumplir los requisitos especificados o de lo contrario, todos los tubos del lote deben rechazarse.

2. Salvo que el proyecto modifique los requisitos descritos en esta especificación, los tubos de acero al carbono para usos estructurales deberán cumplir con dichos requisitos para proceder a su utilización.

017.F TUBOS DE ASBESTO-CEMENTO

017.F.02 REFERENCIAS

Los tubos de asbesto-cemento deberán cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.010.B de estas Especificaciones.

017.G TUBERIA DE PVC Y CONEXIONES

017.G.02 REFERENCIAS

La tubería de PVC y sus conexiones deberán cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo 5.38, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.H TUBOS SANITARIOS DE PVC

017.H.02 REFERENCIAS.

Los tubos sanitarios de PVC deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.68, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.I TUBERIA DE COBRE Y CONEXIONES

017.I.02 REFERENCIAS

La tubería de cobre y sus conexiones deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.36, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.J TUBOS DE FIERRO COLADO GRIS PARA CAÑERIAS Y SUS CONEXIONES

017.J.02 REFERENCIAS

Los tubos de fierro colado gris para cañerías y sus conexiones deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.01.01.006.A de estas Especificaciones.

017.K TUBERIA DE BARRO VITRIFICADO

017.K.02 REFERENCIAS

La tubería de barro vitrificado deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.34, Parte Primera, del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.L PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS PARA TUBERIA

017.L.02 REFERENCIAS

Las piezas especiales y accesorios para tubería, fabricados con fierro fundido, acero, bronce o aluminio deberán cumplir en lo que corresponda con el Capítulo 5.40 y los fabricados con PVC con el Capítulo 5.58, de la Parte Primera y Parte Segunda respectivamente, del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

017.M CONEXIONES ROSCADAS PARA TUBOS DE ACERO NEGRO O GALVANIZADO

017.M.01 DESCRIPCION

017.M.01.a Se entiende por conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado, las piezas para unión que se obtienen por vaciado de fundición blanca, en moldes apropiados y que posteriormente se sujetan a un recocido.

017.M.01.b Por su construcción, las conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado, se clasifican en dos tipos: A y B1, con un solo grado de calidad:

Tipo A. Conexiones negras o galvanizadas, reforzadas.

Tipo B. Conexiones negras o galvanizadas, sin reforzar.

017.M.02 REFERENCIAS

Las conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado deberán sujetarse a los procedimientos de prueba y muestreo de la norma NOM B-44.

017.M.03 REQUISITOS DE CALIDAD

017.M.03.a La presión máxima de trabajo será de 1.03 o 2.07 MPa (10.5 o 21.1 kg/cm^2), según se trate de agua o de vapor saturado respectivamente, incluyendo golpe de ariete.

017.M.03.b El material deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. El esfuerzo unitario de ruptura será de 274.6 MPa (28000 kg/cm^2).

2. El límite elástico aparente será de 206 MPa (2100 kg/cm²).

3. El alargamiento en 50 mm será de 5.0 por ciento.

017.M.03.c Nomenclatura. En el caso de las conexiones de reducción, éstas se identificarán nombrando primero, la rama más larga y de mayor diámetro, seguida de la rama opuesta y al último, la o las ramas laterales en orden decreciente del valor del diámetro.

017.M.03.d Espesor. El espesor de las paredes en cualquier punto, no deberá ser, en ningún caso, menor que el 90 por ciento, especificado en las tablas indicadas en el párrafo 017.M.03.g de este capítulo.

017.M.03.e Roscas. Serán del tipo aprobado y aceptado por el Representante.

017.M.03.f Las conexiones que se fabriquen para una presión de trabajo de 2.07 MPa (21.1 kg/cm²), deberán marcarse con el número 21.

017.M.03.g Dimensiones. Las dimensiones de los accesorios tales como codos, "tes", cruces "yes", niples, coples, reducciones y tapones, deberán ajustarse a los requisitos de las tablas siguientes:

Tabla 017-13. Conexiones de diámetro uniforme, codos de 90°, "tes", cruces y codos de 45°

Tabla 017-14. Codos y cruces de reducción.

Tabla 017-15. "Tes" de reducción.

Tabla 017-16. Conexiones "Y" a 45° de diámetro uniforme.

Tabla 017-17. Codos niple de 90°, codos niple de 45° y "tes" niple.

Tabla 017-18. Coples y reducciones de campana.

Tabla 017-19. Tapón hembra.

Tabla 017-20. Codos de retorno cerrados, abiertos y semicerrados.

Tabla 017-21. Tuerca de presión.

Tabla 017-22. Reducción bushing.

Tabla 017-23. Tapón macho de cabeza cuadrada.

Tabla 017-24. Tapón macho.

Tabla 017-25. Tapón macho.

Tabla 017-26. Tolerancias.

017.M.03.h Salvo que el proyecto autorice cambios a los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

Tabla 017-13. Conexiones de diámetro uniforme, codos de 90°, "tes", cruces y codos de 45° (Ver figs 017-1 a 017-4)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Medidas del centro al ribete en codos, tes y cruces, en mm A	Medidas del centro al ribete en codos a 45°, en mm C	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm B	Ancho del ribete, mínimo en mm E	Diámetro interior, en mm F		Espesor, en mm G	Diámetro exterior del ribete, mínimo, en mm H
					Mínimo	Máximo		
3.18	17.53		6.35	5,084	10.287	11,049	2.286	17.602
6.35	20.57	18.54	8.13	5.465	13.716	14.834	2.413	21.438
9.53	24.13	20.32	9.14	5.969	17.145	18.203	2.540	25.781
12.70	28.45	22.35	10.92	6.329	21.336	22.784	2.667	30.404
19.05	33.27	24.89	12.70	6.938	26.670	28.118	3.048	37.033
25.40	38.10	28.45	14.73	7.671	33.401	35.179	3.404	44.983
31.75	43.45	32.77	17.02	8.661	42.164	43.942	3.683	54,686
38.10	49.28	36.32	17.78	9.347	48.260	20.038	3.937	61.646
50.80	57.19	42.67	19.05	10.719	59.465	62.143	4.394	75.260
63.80	58.46	49.53	23.37	12.141	73.065	75.605	5.334	91.161
76.20	78.23	55.16	24.89	13.919	88.900	91.440	5.867	108.830
88.90	86.87	60.75	26.16	15.342	101.600	104.140	6.299	123.012
101.60	96.27	66.33	27.43	16.789	114.300	116.840	6.731	137.185
122.00	114.30	77.47	29.97	19.812	141.300	143.840	7.620	167.208
152.40	130.30	87.38	57.96	22.860	168.275	170.815	8.534	197.282

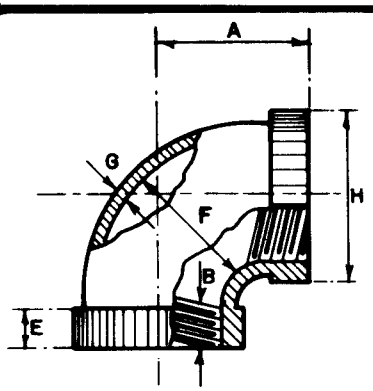


Fig 017-1 Codo de 90°

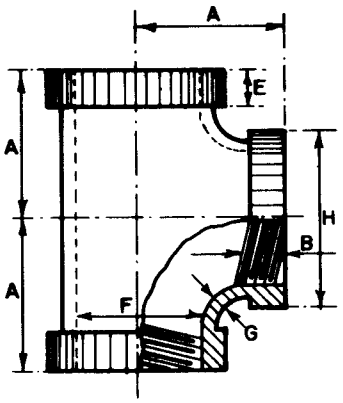


Fig 017-2 "Te"

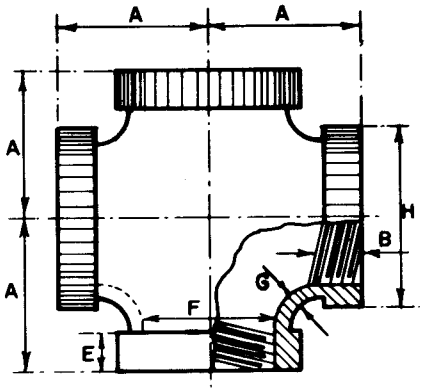


Fig 017-3 Cruz

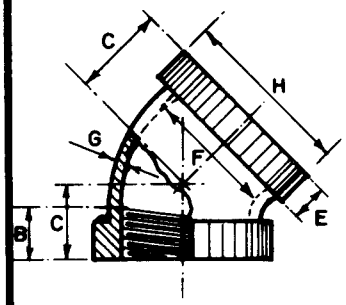


Fig 017-4 Codo de 45°

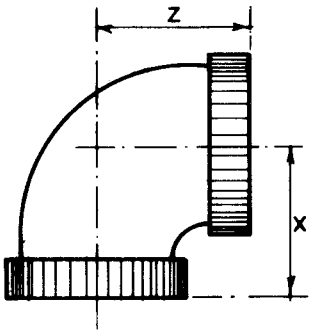


Fig 017-5 Codo de reducción

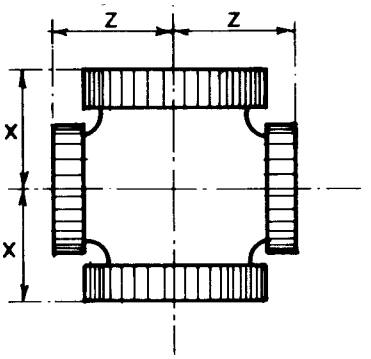


Fig 017-6 Cruz de reducción

Tabla 017-14. Codos y cruces de reducción (ver figs 017-5 y 017-6)

Codos			Cruces		
Tamaño nominal del tubo, en mm	Medidas del centro a los ribetes, en mm		Tamaño nominal del tubo, en mm	Medidas del centro a los ribetes, en mm	
	X	Z		X	Z
9.53 x 6.35	22.352	22.860	19.05 x 12.70	30.480	30.988
12.70 x 9.53	26.416	26.162	25.40 x 19.05	34.778	36.830
19.05 x 12.70	30.480	30.988	25.40 x 12.70	32.004	34.544
19.05 x 9.53	28.448	28.702	31.75 x 25.40	40.132	42.418
25.40 x 19.05	34.798	36.830	31.75 x 19.05	36.430	41.148
25.40 x 12.70	32.004	34.544	38.10 x 31.75	46.228	47.752
31.75 x 25.40	40.132	42.418	38.10 x 25.40	41.910	45.720
31.75 x 19.05	36.830	41.148	38.10 x 19.05	38.608	44.450
38.10 x 31.75	46.228	47.752	50.80 x 38.10	51.308	54.864
38.10 x 25.40	41.910	45.720	50.80 x 31.75	48.260	53.340
38.10 x 19.05	38.608	44.450	50.80 x 25.40	43.942	51.308
50.80 x 38.10	51.308	54.864	50.80 x 19.05	40.640	50.023
50.80 x 31.75	48.260	53.340	63.50 x 50.80	60.706	66.040
50.80 x 25.40	43.942	51.308	76.20 x 50.80	64.262	73.406
63.50 x 50.80	60.706	66.040			
76.20 x 63.50	71.882	75.946			
76.20 x 50.80	64.262	73.406			
101.60 x 76.20	83.820	91.440			

Tabla 017-15. "Tes" de reducción (ver fig 017-7)

Tamaño nominal de los tubos, en mm					Medidas del centro a los ribetes, en mm		
					X	Y	Z
6.35	x	6.35	x	9.53	22.860	22.860	22.353
9.53	x	9.53	x	12.70	26.162	26.162	26.416
9.53	x	9.53	x	6.35	22.352	22.352	22.860
9.53	x	9.57	x	3.10	20.674	20.574	21.590
9.53	x	6.46	x	9.53	24.130	22.560	24.130
9.53	x	6.35	x	6.35	22.352	20.574	22.860
12.70	x	12.70	x	19.05	30.988	30.988	30.480
12.70	x	12.70	x	9.53	20.416	20.416	26.162
12.70	x	12.70	x	6.35	24.638	24.638	24.892
12.70	x	9.53	x	12.70	28.448	26.162	28.448
12.70	x	9.53	x	9.53	26.416	24.130	26.162
19.05	x	19.05	x	25.40	16.630	36.830	34.798
19.05	x	19.05	x	12.70	30.480	70.480	30.988
19.05	x	19.05	x	9.53	28.448	28.448	29.702
19.05	x	19.05	x	6.35	26.670	26.670	27.432
19.05	x	12.70	x	19.05	26.416	24.130	26.162
19.05	x	12.70	x	12.70	36.830	36.830	34.798
19.05	x	12.70	x	9.53	30.480	30.480	30.988
25.40	x	25.40	x	38.10	28.448	28.448	29.702
25.40	x	25.40	x	31.75	26.670	26.670	27.432
25.40	x	25.40	x	19.05	34.798	34.798	36.870
25.40	x	25.40	x	12.70	32.004	32.004	34.544
25.40	x	25.40	x	9.53	29.972	29.972	32.258
25.40	x	19.05	x	25.40	38.100	76.830	38.100
25.40	x	19.05	x	19.05	34.798	33.274	76.830
25.40	x	19.05	x	12.70	32.004	30.480	34.544
25.40	x	12.70	x	25.40	38.100	34.544	38.100
25.40	x	12.70	x	19.05	34.798	30.988	36.830
25.40	x	12.70	x	12.70	32.004	29.448	34.544
31.75	x	31.75	x	38.10	47.792	47.792	46.228
31.75	x	31.75	x	25.40	40.132	40.132	42.418
31.75	x	31.75	x	19.05	36.830	36.830	41.148
31.75	x	31.75	x	12.70	34.036	34.036	38.863
31.75	x	31.75	x	9.53	32.004	32.004	36.576
31.75	x	25.40	x	3.75	44.450	42.418	44.450
31.75	x	25.40	x	25.40	40.132	40.132	42.418
31.75	x	25.40	x	19.05	76.830	34.798	41.148
31.75	x	19.05	x	31.75	44.450	41.148	44.450
31.75	x	19.05	x	25.40	40.132	36.830	42.418
31.75	x	19.05	x	19.05	36.830	33.274	41.148
38.10	x	38.10	x	50.80	54.864	54.864	51.308
38.10	x	38.10	x	31.75	46.228	46.228	47.792

Tabla 017-15. "Tes" de reducción (ver fig 017-7) (continuación)

Tamaño nominal de los tubos, en mm					Medidas del centro a los ribetes, en mm		
					X	Y	Z
38.10	x	38.10	x	25.40	41.910	41.910	45.720
38.10	x	38.10	x	19.05	38.608	36.608	44.450
38.10	x	38.10	x	12.70	35.814	35.814	42.164
38.10	x	31.75	x	38.10	49.276	47.792	49.276
38.10	x	31.75	x	31.75	46.228	44.450	47.792
38.10	x	31.75	x	25.40	41.910	40.132	45.720
38.10	x	25.40	x	38.10	49.276	45.720	49.276
38.10	x	25.40	x	25.40	41.910	38.100	45.720
38.10	x	19.05	x	38.10	49.276	44.450	49.276
50.80	x	50.80	x	63.50	66.040	66.040	60.706
50.80	x	50.80	x	38.10	51.308	51.308	51.308
50.80	x	50.80	x	31.75	48.260	48.260	53.340
50.80	x	50.80	x	25.40	43.942	43.942	43.942
50.80	x	50.80	x	19.05	40.640	40.640	50.038
50.80	x	50.80	x	12.70	37.846	37.846	47.792
50.80	x	38.10	x	50.80	57.150	54.864	57.150
50.80	x	38.10	x	38.10	51.308	49.276	54.864
50.80	x	38.10	x	31.75	48.260	46.228	53.340
50.80	x	31.75	x	50.80	54.150	53.340	54.150
50.80	x	31.75	x	38.10	51.308	47.792	54.864
50.80	x	21.40	x	50.80	54.150	51.308	54.150
50.80	x	25.40	x	38.10	51.308	45.720	54.864
50.80	x	19.05	x	50.80	54.150	50.038	54.150
63.50	x	63.50	x	76.20	75.946	75.946	71.882
63.50	x	63.50	x	50.80	60.706	60.706	60.040
63.50	x	63.50	x	38.10	54.864	54.864	63.754
63.50	x	63.50	x	31.75	51.816	51.816	62.230
63.50	x	63.50	x	25.40	47.498	47.498	60.198
63.50	x	63.50	x	19.05	44.196	44.960	58.928
63.50	x	50.80	x	63.50	68.580	66.040	68.580
63.50	x	50.80	x	50.80	60.706	57.150	66.040
63.50	x	38.10	x	63.50	68.580	63.754	68.580
76.20	x	76.20	x	63.50	71.382	71.882	75.946
76.20	x	76.20	x	50.80	64.008	64.008	73.406
76.20	x	76.20	x	38.10	58.928	58.928	71.120
76.20	x	76.20	x	31.75	55.118	55.118	69.596
76.20	x	76.20	x	25.40	50.800	50.800	67.564
76.20	x	63.50	x	76.20	78.232	75.946	78.232
76.20	x	50.80	x	76.20	78.232	73.406	78.232
76.20	x	50.80	x	50.80	64.008	57.150	73.406
88.90	x	88.90	x	63.50	74.422	74.422	82.296
101.60	x	101.60	x	76.20	83.820	83.820	91.440
101.60	x	101.40	x	63.50	77.470	77.470	89.154
101.60	x	101.60	x	50.80	69.596	69.596	86.614
127.00	x	127.00	x	76.20	89.154	89.154	107.188
152.40	x	152.40	x	101.60	104.902	104.902	125.476
152.40	x	152.40	x	76.20	92.456	92.456	120.650
152.40	x	152.40	x	63.50	86.106	86.106	118.364
152.40	x	152.40	x	50.80	78.232	78.232	115.824

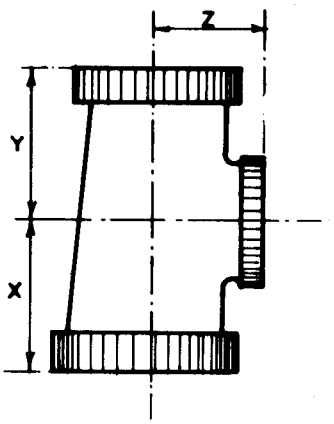


Fig 017-7 "Te" de reducción

Tabla 017-16. Conexiones "Y" a 45° de diámetro uniforme (ver fig 017-18)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, en mm	Ancho del ribete, en mm	Diámetro interior, en mm		Espesor, en mm	Diámetro exterior, en mm	Medida del centro a la entrada, en mm	Medida del centro a la salida, en mm	Medida de la entrada a la salida, en mm
			F						
			Mínimo	Máximo					
	B	E			G	H	T	U	V
2.53	9.144	5.842	14.145	22.6060	2.54	25.7810	12.70	36.32	49.022
12.70	10.922	6.325	21.336	22.7838	2.667	30.4035	15.49	43.43	58.928
19.05	12.700	6.934	26.670	28.1178	3.048	37.0332	18.29	52.07	70.358
25.40	14.732	7.6708	33.301	35.1790	3.4036	44.9834	21.59	61.72	83.312
31.73	17.018	8.6614	42.164	43.9450	3.683	54.6862	25.91	74.42	100.076
38.10	17.780	9.3472	48.260	50.0380	3.937	61.6458	27.92	83.31	111.252
50.80	19.050	10.7188	60.325	62.1030	4.394	75.2602	31.496	99.82	131.318
63.50	23.368	12.1412	73.025	75.5650	5.334	91.1606	38.61	120.14	158.750
76.20	24.392	14.1732	88.900	91.440	5.867	108.8390	43.43	140.97	184.404
101.60	27.732	19.3294	114.300	116.840	6.731	137.1854	51.05	177.04	226.092

Tabla 017-17. Codos niples de 90°, codos niples de 45° y "tes" niples (ver figs 017-9, 017-10 y 017-11)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Medidas del centro al fin (Codos a 90° y tes), en mm	Medidas del centro al fin (Codos a 45°), en mm	Longitud de las cuerdas, mínimo, en mm	Ancho del ribete, mínimo, en mm	Diámetro interior de las conexiones, en mm		Espesor del metal, en mm	Diámetro exterior del ribete, mínimo, en mm	Medidas del centro al macho final (Codos a 90° y tes), en mm	Medidas del centro al macho final (Codos a 45°), en mm	Longitud de la cuerda exterior, mínimo, en mm	Máximo entre el lugar de entrada y salida del macho, en mm
					F							
	A	C	B	E	Mínimo	Máximo	G	H	J	K	L	N
3.18	17.53		6.75	5.08	10.29	11.05	2.29	17.60	25.40		6.70	5.08
3.65	20.37	18.54	8.13	5.46	13.72	14.83	2.41	21.44	30.21	23.88	10.21	6.60
9.53	24.13	20.32	9.14	5.34	17.15	18.26	2.54	25.78	36.58	26.16	10.36	9.398
12.70	28.45	22.35	10.92	6.32	21.34	22.78	2.67	30.40	41.40	29.21	13.54	12.95
19.05	33.27	24.89	12.70	6.93	26.67	28.12	3.05	37.03	48.01	32.77	13.86	17.53
25.40	38.10	28.45	14.73	7.67	83.40	35.18	3.40	44.98	54.36	37.34	17.34	23.11
31.75	44.45	32.77	17.02	8.66	42.16	43.94	3.68	54.68	62.22	43.43	17.95	30.23
38.10	49.28	36.32	17.78	9.35	48.26	50.04	3.94	61.65	68.33	47.79	18.38	35.31
50.80	57.15	42.77	19.05	10.72	60.33	62.11	4.39	75.26	82.80	56.38	21.15	45.47
63.50	68.58	49.53	23.63	12.14	73.03	75.57	5.33	91.16	98.04	65.28	29.89	55.88
76.20	78.23	55.12	24.89	13.92	88.90	91.44	5.87	108.81	114.55	76.20	30.48	70.61
88.90	86.87	-	26.16	15.34	101.60	104.14	6.299	123.01	129.28	-	31.75	83.296
101.60	96.27	66.29	27.43	19.33	116.84	116.84	6.73	137.19	144.53	93.98	33.02	93.98
127.00	114.30	-	29.97	19.81	141.30	143.80	7.72	167.08	174.24	-	35.72	119.13
152.40	130.30	-	32.51	22.86	168.28	170.82	8.83	197.28	203.96	-	38.42	140.02

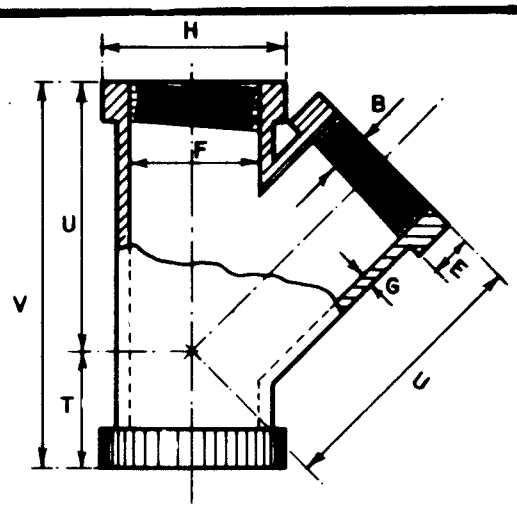


Fig 017-8 Conexión "Y" de 45° de diámetro uniforme

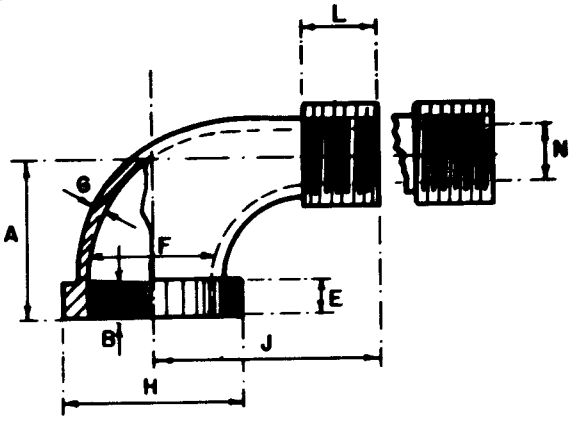


Fig 017-9 Codo niple de 90°

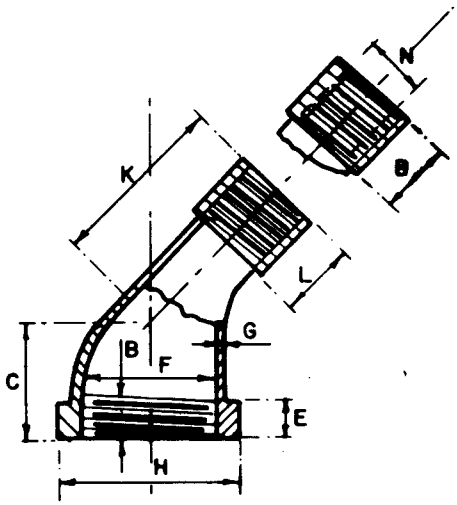


Fig 017-10 Codo niple de 45°

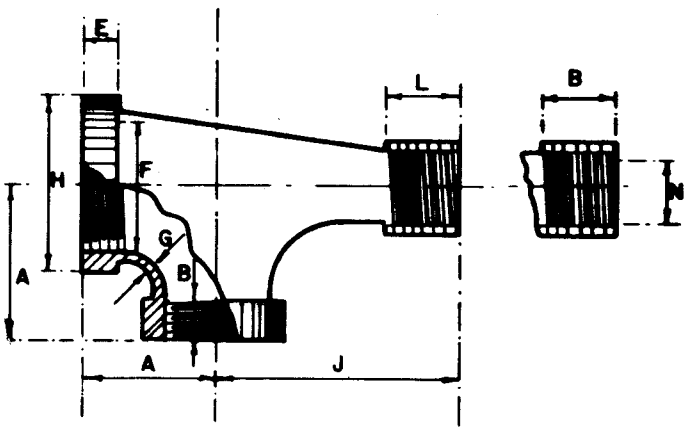


Fig 017-11 "Te" niple

Tabla 017-18. Cople y reducciones campana (ver figs 017-12 y 017-13)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm B	Ancho de la banda, mínimo, en mm E	Diámetro interior de las conexiones, en mm F		Espesor, en mm G	Diámetro exterior de la banda, en mm H	Espesor del ribete, en mm Z	Longitud de los coples rectos, en mm W	Longitud de las reducciones campana, en mm M
			Mínimo	Máximo					
3.18	6.35	5.08	10.29	11.05	2.29	17.42	2.29	24.38	-
6.35	8.13	5.46	13.72	14.83	2.41	21.44	2.41	26.92	25.40
9.53	9.14	5.84	17.15	18.26	2.54	25.78	2.54	29.46	29.70
12.70	10.92	6.32	21.34	22.78	2.67	30.40	2.67	34.04	31.75
19.05	12.70	6.93	26.67	28.12	3.05	37.03	3.05	38.61	36.56
25.40	14.73	7.67	33.40	35.18	3.40	44.98	3.40	42.42	42.93
31.75	17.02	8.66	42.16	43.94	3.68	54.69	3.68	49.02	52.32
38.10	17.78	9.35	48.26	50.04	3.94	61.65	3.94	54.61	58.67
50.80	19.05	10.72	60.33	62.10	4.39	75.26	4.39	64.26	71.37
63.50	23.37	12.14	73.03	75.57	5.33	91.16	4.55	73.15	82.55
76.20	24.89	13.92	88.90	91.44	5.87	108.81	5.89	80.77	93.73
88.90	26.16	15.34	101.60	104.14	6.29	123.01	6.29	87.12	101.60
101.60	27.43	19.33	114.30	116.84	6.73	137.19	6.73	93.73	111.25

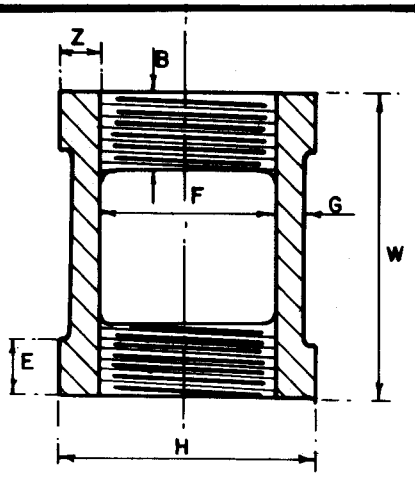


Fig 017-12 Cople recto

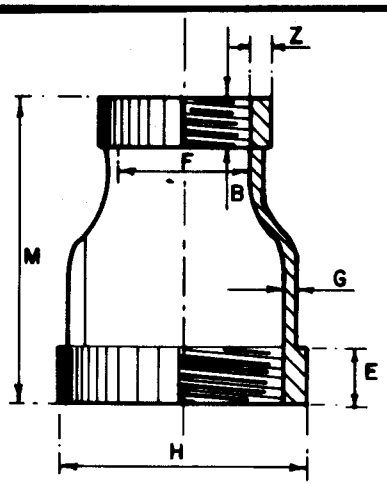


Fig 017-13 Reducción campana

Tabla 017-19. Tapón hembra (ver fig 017-14)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm B	Ancho de la banda, mínimo, en mm E	Diámetro interior de las conexiones, en mm F		Espesor del interior, en mm G	Diámetro exterior de la campana, en mm H	Altura mínima, en mm P	Espesor del ribete, en mm Z
			Mínimo	Máximo				
12.70	10.92	6.32	21.34	22.78	2.57	30.40	22.09	2.67
19.05	12.70	6.93	25.78	28.12	3.05	37.03	24.64	3.09
25.40	14.73	7.67	33.40	35.18	3.40	44.98	29.46	3.40
31.75	17.02	8.66	42.16	43.94	3.68	54.69	32.51	3.68
38.10	17.78	9.35	48.26	50.04	3.94	61.65	33.78	3.94
50.80	19.05	10.72	60.33	62.10	4.39	75.26	36.83	4.39
63.50	23.37	12.14	73.03	75.57	5.33	91.16	43.18	5.33
76.20	24.89	13.92	88.90	41.44	5.87	108.81	45.72	5.87
88.90	26.16	15.34	108.60	104.14	6.29	123.01	48.26	6.29
101.60	27.43	19.33	114.30	116.84	6.73	137.19	52.93	6.73
127.00	29.97	19.81	141.30	143.80	7.62	167.08	58.63	7.64
152.40	32.51	22.86	168.38	170.82	8.53	197.28	64.77	8.53

Tabla 017-20. Codos de retorno cerrados, abiertos y semicerrados (ver figs 017-15, 017-16 y 017-17)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm B	Ancho de la banda, mínimo, en mm E	Diámetro interior de las conexiones, en mm F		Espesor del interior, en mm G	Diámetro exterior de la banda, mínimo, en mm H	Medidas de centro a centro (Cerrados), en mm R_1	Medidas de centro a centro (Semicerrados), en mm R_2	Medidas de centro a centro (Abiertos), en mm R_3
			Mínimo	Máximo					
12.70	10.92	6.32	21.34	22.81	2.95	30.40	25.40	31.75	38.10
19.05	12.70	6.93	26.67	28.12	3.38	37.03	31.75	38.10	50.80
25.40	14.73	7.67	33.40	35.18	3.81	44.98	38.10	45.09	63.50
31.75	17.02	8.66	42.16	43.94	4.19	54.69	44.45	57.15	76.20
38.10	17.78	9.35	48.26	50.04	4.52	61.65	55.58	63.50	88.90
50.80	19.05	10.72	60.33	62.10	5.11	75.26	66.68	76.20	101.60
63.50	23.37	12.14	73.03	75.57	6.197	91.16	-	-	114.30
76.20	24.89	13.92	88.90	91.44	6.91	108.81	-	-	127.00

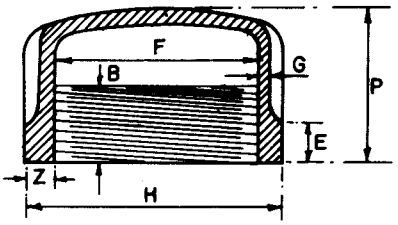


Fig 017-14 Tapón hembra

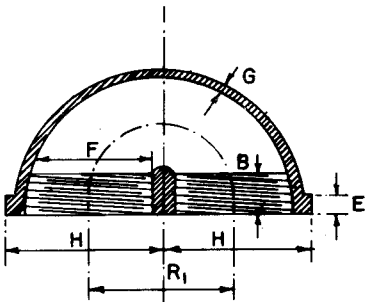


Fig 017-15 Codo de retorno cerrado

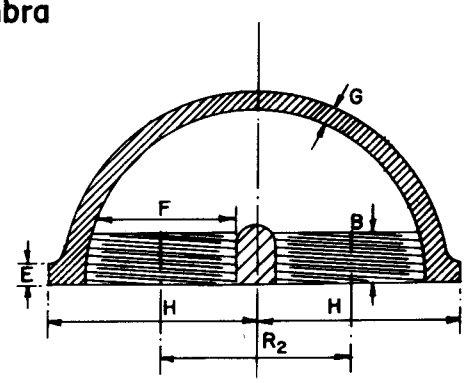


Fig 017-16 Codo de retorno semicerrado

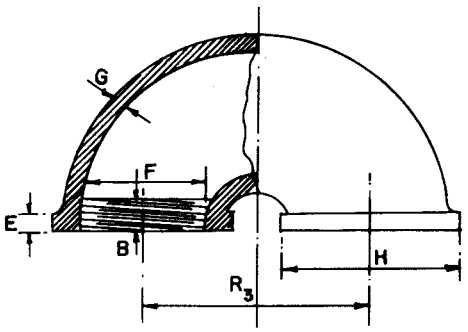


Fig 017-17 Codo de retorno abierto

Tabla 017-21. Tuerca de presión (ver fig 017-18)

Tamaño, en mm	Espesor mínimo, en mm	Diámetro a través de un plano, en mm		Diámetro del bocado, en mm	Profundidad del bocado, en mm
		Mínimo maleable	Fundición mínima		
	A	B	B	C	D
3.18	4.82	17.23	-	12.70	1.02
6.35	6.35	21.34	-	16.76	1.52
9.53	7.11	25.40	-	19.56	1.52
12.70	7.87	29.97	-	24.64	1.52
19.05	8.63	36.32	-	31.24	1.52
25.40	9.65	44.45	-	38.10	1.52
31.75	10.67	53.34	-	47.24	1.52
38.10	11.94	59.69	-	53.85	1.52
50.80	13.46	73.15	-	66.80	2.29
63.50	14.99	88.90	98.04	80.77	2.29
76.20	17.02	108.46	117.35	97.54	2.29
88.90	18.54	122.94	132.08	111.25	3.30
101.60	20.32	136.65	147.07	127.00	3.30
127.00	23.38	-	179.07	153.92	3.30
152.40	27.69	-	210.31	181.10	3.30

Tabla 017-22. Reducción bushing (ver figs 017-19, 017-20 y 017-21)

Tamaño, en mm	Longitud de la cuerda exterior, mínimo, en mm A	Longitud de la cuerda interior, mínimo, en mm B	Altura de la cabeza, en mm C	Ancho de la cabeza, en mm H	Espesor mínimo, en mm G
6.35 x 3.18	11.18	-	3.56	16.26	-
9.53 x 6.35	12.19	-	4.06	19.81	-
9.53 x 3.18	12.19	6.35	4.06	19.81	-
12.70 x 9.53	14.22	-	4.83	23.88	-
12.70 x 6.35	14.22	8.13	4.83	23.88	-
12.70 x 3.18	14.22	6.35	4.83	23.88	-
19.05 x 12.70	16.00	-	5.59	29.21	-
19.05 x 9.53	16.00	9.14	5.59	29.21	-
19.05 x 6.35	16.00	8.13	5.59	29.21	-
25.40 x 19.05	19.05	12.70	6.35	36.05	-
25.40 x 12.70	19.05	10.92	6.35	36.05	-
25.40 x 9.53	19.05	9.14	7.62	36.05	-
31.75 x 25.40	20.32	14.73	7.11	44.70	-
31.75 x 19.05	20.32	12.70	7.11	44.70	-
31.75 x 12.70	20.32	10.92	8.64	34.04	46.99
31.75 x 9.53	20.32	9.14	8.64	28.45	46.99
38.10 x 31.75	21.08	-	7.87	50.80	-
38.10 x 25.40	21.08	14.73	7.87	50.80	-
38.10 x 19.05	21.08	12.70	9.39	41.40	5.08
38.10 x 12.70	21.08	10.92	9.39	34.04	5.08
50.80 x 38.10	22.35	17.78	8.64	62.99	-
50.80 x 31.75	22.35	17.02	8.64	62.99	-
50.80 x 25.40	22.35	14.73	10.41	49.53	5.59
50.80 x 19.05	22.35	12.70	10.41	41.40	5.59
63.50 x 50.80	27.18	19.05	9.39	75.69	-
63.50 x 38.10	27.18	17.78	11.18	68.07	-
63.50 x 31.75	27.18	17.02	11.18	60.71	6.09
63.50 x 25.40	27.18	14.73	11.18	49.53	6.09
76.20 x 63.50	29.70	23.37	10.16	98.04	-
76.20 x 50.80	29.70	19.05	12.19	83.21	-
76.20 x 38.10	29.70	17.78	12.19	68.07	6.60
76.20 x 31.75	29.70	17.02	12.19	60.71	6.60

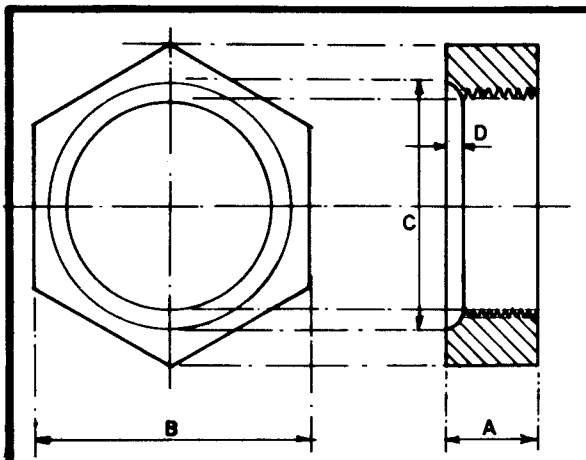


Fig 017- 18 Tuerca de presión

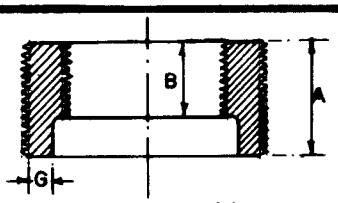


Fig 017 - 19

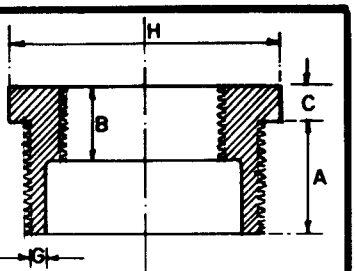


Fig 017 - 20

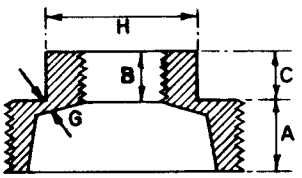


Fig 017- 21

Reducción bushing

Tabla 017-23. Tapón macho de cabeza cuadrada (ver fig 017-22)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm A	Altura del cuadrado, mínimo, en mm B	Ancho del plano, en mm C		Espesor, en mm G
			Nominal	Máximo	
3.18	9.398	6.096	7.137	7.137	-
6.35	11.18	7.11	9.53	9.53	-
9.53	12.19	7.87	11.11	11.13	-
12.70	14.22	9.65	14.29	14.30	4 06
19.05	16.00	11.18	15.88	15.875	4.57
25.40	19.05	12.70	20.64	20.65	5.08
31.75	20.32	14.22	23.81	23.825	5.588
38.10	21.08	15.75	28.58	28.575	6.096
50.80	22.35	17.27	33.34	33.35	6.60
63.50	27.18	18.796	38.10	38.10	7.37
76.20	28.70	20.32	42.86	42.875	7.87
88.90	29.97	21.84	47.63	47.625	8.64

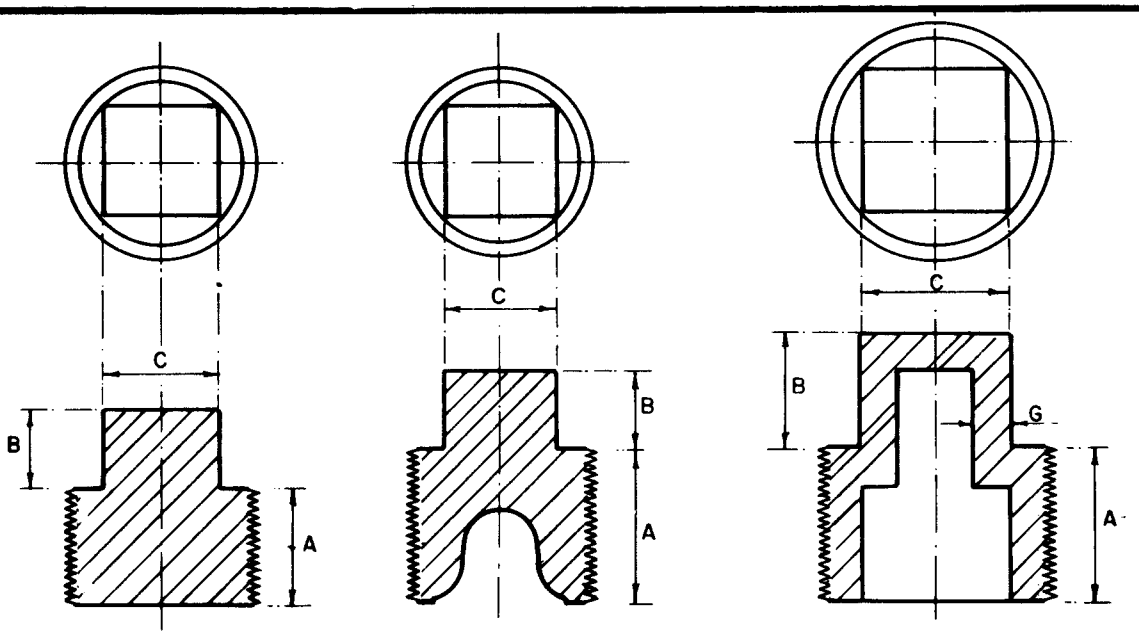


Fig 017 – 22 Tapón macho de cabeza cuadrada

Tabla 017-24. Tapón macho (ver figs 017-23 y 017-24)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, mínimo, en mm A	Altura del tirador, mínimo, en mm D	Distancia entre tiradores, mínimo, en mm E	Espesor, en mm G
101.60	30.988	25.40	22.35	9.398
125.00	33.274	25.40	22.35	11.68
152.40	35.560	31.75	31.75	13.21
203.20	39.878	35.05	38.10	16.76
254.00	44.704	44.45	44.45	20.83
304.80	49.276	44.45	44.45	24.38

Tabla 017-25. Tapón macho (ver fig 017-25)

Tamaño nominal del tubo, en mm	Longitud de la cuerda, en mm	Tamaño del hueco, en mm F		Espesor, en mm G
		Nominal	Mínimo	
12.70	14.32	9.53	9.70	4.06
19.05	16.00	12.70	12.90	4.57
25.40	19.05	12.70	12.90	5.08
31.75	20.32	19.05	19.28	5.59
38.10	21.08	19.05	19.28	6.096
50.80	22.35	22.23	22.45	6.60
63.50	27.18	28.58	28.88	7.37
76.20	28.70	34.93	35.33	7.87
88.90	29.97	38.10	38.56	8.64
101.60	30.99	50.80	51.36	9.398
127.00	33.27	57.15	58.75	11.68
152.40	35.56	63.50	65.10	13.21

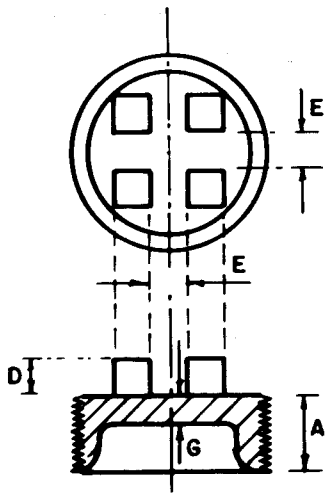


Fig 017-23 Tapón macho

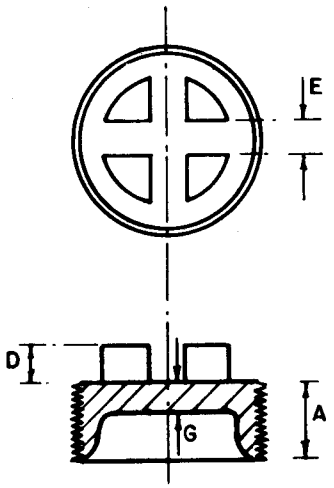


Fig 017-24 Tapón macho

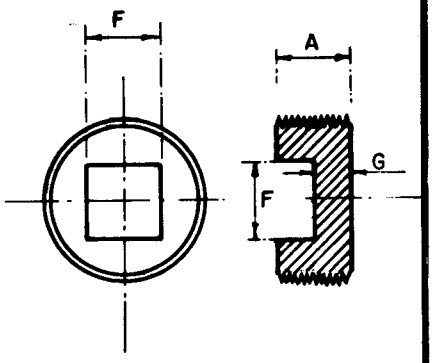


Fig 017-25 Tapón macho

Tabla 017-26. Tolerancias

Tamaño del tubo, en mm	Diámetro exterior, en mm	Espesor de las paredes por número de cédula									
		Cédula 10	Cédula 20	Cédula 30	Cédula 40	Cédula 60	Cédula 80	Cédula 100	Cédula 120	Cédula 140	Cédula 160
3.18	10.29	-	-	-	1.73	-	2.41	-	-	-	-
6.35	13.72	-	-	-	2.24	-	3.02	-	-	-	-
9.53	17.145	-	-	-	2.31	-	3.20	-	-	-	-
12.70	21.336	-	-	-	2.62	-	3.73	-	-	-	4.75
19.05	26.67	-	-	-	2.87	-	3.91	-	-	-	5.54
25.40	33.40	-	-	-	3.38	-	4.55	-	-	-	6.35
31.75	42.16	-	-	-	3.56	-	4.85	-	-	-	6.35
38.10	48.26	-	-	-	3.68	-	5.08	-	-	-	7.14
50.80	60.325	-	-	-	3.91	-	5.54	-	-	-	8.71
63.50	73.025	-	-	-	5.16	-	7.01	-	-	-	9.53
76.20	88.90	-	-	-	5.49	-	7.62	-	-	-	11.099
88.90	101.60	-	-	-	5.74	-	8.08	-	-	-	-
101.60	114.30	-	-	-	6.02	-	8.56	-	11.099	-	13.49
127.00	141.30	-	-	-	6.55	-	9.53	-	12.70	-	15.38
152.40	168.275	-	-	-	7.11	-	11.07	-	14.27	-	18.24
203.20	219.075	-	6.35	7.035	8.18	10.31	12.70	15.06	18.24	20.62	23.01
254.00	273.050	-	6.35	7.797	9.27	12.70	15.06	18.24	21.41	25.40	28.58
304.30	323.850	-	6.35	8.38	10.31	14.27	17.47	21.41	25.40	28.58	33.32
* 355.60	365.60	6.35	7.92	9.53	11.10	15.06	19.05	23.80	26.97	31.75	35.71
* 406.40	406.40	6.35	7.92	9.53	12.70	16.66	21.41	26.19	30.94	36.49	38.48
427.20	457.20	6.35	7.92	11.10	14.27	18.23	23.80	29.36	34.11	38.48	44.45
* 508.00	508.00	6.35	9.53	12.70	15.06	20.62	26.19	31.75	38.10	44.45	49.20
* 609.60	609.60	6.35	9.53	14.27	17.45	23.80	30.94	38.10	44.45	51.06	58.72
* 762.00	762.00	7.92	12.70	15.88	-	-	-	-	-	-	-

* Diámetro exterior

CAPITULO 4. 01. 01. 018

VALVULAS

018.A VALVULAS PARA USO GENERAL

018.A.01 DESCRIPCION

018.A.01.a Válvula. Elemento mecánico que puede ser operado manual o automáticamente y sirve para regular u obstruir el paso de un fluido por una tubería, de acuerdo a las necesidades y/o demandas.

018.A.01.b Las válvulas para uso general se pueden clasificar en los tipos siguientes:

1. Válvulas de mariposa.
2. Válvulas "check" o retención.
3. Válvulas de paso.
4. Válvulas de vástago.
5. Válvulas de compuerta.
6. Válvulas de macho.
7. Válvulas de globo.
8. Válvulas de aguja.
9. Válvulas de banqueta compacta.

018.A.02 REFERENCIAS

Salvo excepciones que fije el proyecto y el Representante, las válvulas deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.40, Primera Parte del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

018.B VALVULAS DE FLOTADOR

018.B.01 DESCRIPCION

018.B.01.a Válvula de flotador. Es un dispositivo que retiene o permite el flujo de agua mediante un émbolo que corre a través de la misma válvula, accionado por el nivel de agua.

018.B.01.b Las válvulas de flotador pueden clasificarse de acuerdo con la presión en:

Tipo 1. De alta presión, con una presión de trabajo de 0.98 MPa (10 kg/cm²).

Tipo 2. De baja presión, con una presión de trabajo de 0.54 MPa (5.5 kg/cm²).

018.B.01.c Las válvulas de flotador, de acuerdo a su funcionamiento se clasifican en:

— De acción mecánica.

— De acción eléctrica.

018.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NOM B-310
Método de prueba para la determinación de estaño en aceros y hierros (método yodatométrico)	NOM B-436
Método de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre	NOM K-150
Válvula de flotador de bronce o latón	NOM Q-22
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Método de prueba para la determinación de plomo, fierro, cadmio y zinc en tubería de zinc	NOM W-33

018.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

018.B.03.a Químicos. Los materiales de las válvulas deberán cumplir con los requisitos químicos establecidos en la tabla 018-1.

Tabla 018-1. Composición química del material

Material de la válvula	Elementos, en porcentaje			
	Cobre	Estaño	Plomo	Zinc
Bronce, mínimo	70	3	3	Resto
Latón, mínimo	60	0	0	Resto

018.B.03.b Mecánicos

1. Resistencia a la tensión. Las válvulas deben cumplir con los requisitos de resistencia a la tensión y alargamiento establecidos en la tabla 018-2.
2. Dureza. El material deberá tener una dureza Rockwell mínima de 77.0 en la escala 15T. Si ha sido

Tabla 018-2. Resistencia a la tensión del material

Material	Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/cm^2)	Alargamiento en 50 mm, mínimo en porcentaje
Bronce	165 (1682)	10
Latón	276 (2814)	15

estirado deberá tener una dureza no mayor que 86.5 en la misma escala.

3. Resistencia mecánica de la palanca que acciona el émbolo. Las válvulas después de ensayadas, según la norma NOM Q-22, no deben presentar deformaciones permanentes de ninguna de sus partes.

018.B.03.c Físicos

1. Presión hidrostática. Las válvulas deberán resistir una presión del doble de la de trabajo, debiendo ser impermeables y libres de fugas.

2. Presión neumática. Las válvulas deben soportar la presión neumática siguiente:

   0.49 MPa (5 kg/cm^2), para Tipo 1.

   0.27 MPa (2.75 kg/cm^2), para Tipo 2.

3. Presión de ruptura. Deberá ser, no menor de cinco veces la presión de trabajo.

4. Cierre de válvula. Todas las válvulas no deberán tener fugas ni rupturas al ser sometidas a las presiones hidrostática y neumática.

5. Filetes o roscas. Las roscas de conexión a las tuberías deben ser de las dimensiones y número de hilos usuales en las tuberías y los filetes serán de sección continua y uniforme, con ángulo de 60°.

018.B.03.d Identificación. En el envase o embalaje deben indicarse los siguientes datos: marca o símbolo del fabricante y nombre del producto, así como sus características.

018.B.03.e Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las válvulas de flotador deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

018.C VALVULAS DE SEGURIDAD

018.C.01 DESCRIPCION

018.C.01.a Válvula de seguridad. Es un artefacto metálico con resorte de acero, que sirve para controlar la presión y mantenerla dentro de determinado límite de seguridad. Su uso se relaciona con recipientes que contengan vapor de agua saturado, aire o gases no corrosivos, a presión.

018.C.01.b Las válvulas de seguridad estarán construidas con un cuerpo de bronce, fierro o acero, y un sistema de regulación de presiones a base de resortes, protegido por una pieza en la que pueda colocarse un sello que garantice la inviolabilidad, así como una placa en la que se especifiquen las características de la válvula.

018.C.02 REFERENCIAS

Las válvulas de seguridad se sujetarán a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM H-6.

018.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

018.C.03.a Químicos del material

1. Bronce. Las piezas fundidas de bronce y los asientos de las válvulas serán de una aleación compacta, libre de porosidades y fisuras, con la composición y características establecidas en la tabla 018-3.

2. Acero al carbono. Serán los establecidos en la tabla 018-3.

3. Fierro gris. Los requisitos serán los establecidos en la tabla 018-3.

018.C.03.b Mecánicos

1. Tanto el bronce, como el acero al carbono y el fierro gris deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 018-4.

2. Resistencia mecánica a los esfuerzos de apriete. Los mamelones para su inserción a las tuberías o recipientes, deberán tener las dimensiones adecuadas y soportar sin romperse el esfuerzo de apriete en las condiciones especificadas en la norma NOM H-6.

018.C.03.c Requisitos del resorte. El material para la fabricación de los resortes será de acero inoxidable o de acero protegido permanentemente contra la corrosión. Las características necesarias para los resortes de presión se indican a continuación:

1. Los resortes no sufrirán deformación permanente que exceda del 1 por ciento de su longitud libre, 10 minutos después de haber sido liberados de una compresión en frío, cerrando el resorte totalmente.

2. El resorte estará construido de manera que la válvula pueda elevarse de su asiento por lo menos la parte del diámetro del asiento, antes de que sus espiras se cierren totalmente u ocurra alguna otra interferencia.

3. El resorte de una válvula de seguridad que trabaje para presiones hasta de 1.72 MPa (17.5 kg/cm^2) inclusive, no será usado para presiones 10 por ciento mayores o menores que aquélla para la cual haya sido diseñado. Para presiones de trabajo superiores, la variación permitida será de 5 por ciento.

018.C.03.d Físicos

1. Maquinado. Las partes maquinadas serán uniformes en sus dimensiones, con el objeto de que puedan ser reemplazables sin ningún arreglo posterior.

2. Filetes o cuerdas. Las cuerdas para conectar a las tuberías serán de corte limpio y de las dimensiones, longitud y número de hilos usuales en las tuberías de agua.

Tabla 018-3. Requisitos químicos del material

Material	Elemento									
	Cobre %	Estaño %	Plomo %	Zinc %	Carbono, % Mín.	Carbono, % Máx.	Magnesio, % Mínimo	Fósforo, % Máximo	Azufre, % Máximo	Silicio, % Mínimo
Bronce	85.0 ± 0.5	5 ± 0.5	5 ± 0.5	5 ± 0.5	-	-	-	-	-	-
Acero al carbono	-	-	-	-	0.15	0.45	0.50	0.05	0.06	0.20
Fierro gris	-	-	-	-	-	-	-	0.75	0.12	-

Tabla 018-4. Requisitos mecánicos del material

Concepto	Cobre	Acero	Fierro gris
Resistencia mínima a la tensión, en MPa (kg/cm^2)	206 (2 100)	483 (4 925)	177 (1 800)
Esfuerzo de cedencia, mínimo, en MPa (kg/cm^2)	97 (985)	249 (2 535)	-
Alargamiento en 50.8 mm, mínimo	20%	22%	-
Reducción de área, mínimo	-	30%	-

3. Bridas. Las especificaciones para las bridas serán de acuerdo con la presión y temperatura de trabajo para el caso de las válvulas que se conectan por medio de bridas.

4. Ajuste. Los asientos de las válvulas deberán rectificarse hasta lograr un cierre hermético.

5. Regulación de presión. La presión de descarga de las válvulas se regulará a la presión máxima autorizada para el recipiente en el que se instale.

6. Prueba de funcionamieneo. Todas las válvulas se someterán a esta prueba de funcionamiento en las condiciones de la norma NOM H-6.

7. Capacidad de descarga. La capacidad máxima de descarga de una válvula de seguridad, será determinada en una prueba real de paso de agua a una presión 3 por ciento más alta que la de ajuste.

8. Prueba de presión de trabajo. El cuerpo de la válvula deberá someterse a una presión hidrostática del doble de la presión de trabajo indicada por el fabricante, no debiendo presentar fugas ni fallas mecánicas.

018.C.03.e Identificación. Las válvulas portarán una placa firmemente adherida al casco con la siguiente información: nombre del fabricante o marca registrada, tipo y medida del tubo de entrada, capacidad de descarga de acuerdo con la presión de trabajo y diferencias de presión entre apertura y cierre. También se indicará la capacidad de descarga referida a vapor de agua y que será el 90 por ciento del valor determinado en la prueba correspondiente; el diámetro del asiento y la carrera o levantamiento del disco de la válvula a una presión 3 por ciento mayor que la de ajuste; y la garantía de funcionamiento.

018.C.03.f Muestreo

1. Lote de entrega. Estará constituido por el conjunto de piezas motivo de la transacción comercial.

2. Lote de prueba. Estará formado por la raíz cuadrada del número total de piezas; éstas deberán ser del mismo tipo o tamaño o el que represente el 5 por ciento del total.

3. Lote de muestra. De cada lote de prueba se tomará al azar el 5 por ciento de piezas, para constituir el lote de muestras.

4. Muestra para las pruebas físicas. Cada vaciada de los materiales usados en la constitución de la válvula deberá estar identificada por un lingote que se sujetará al mismo tratamiento para cada material utilizado en la válvula.

018.C.03.g Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos enunciados en esta especificación, las válvulas de seguridad deberán cumplir con dichos requisitos para poder ser utilizadas.

CAPITULO 4. 01. 01. 019

MATERIALES Y PRODUCTOS PARA IMPERMEABILIZACION

019.A CEMENTO PLASTICO BITUMINOSO

019.A.01 DESCRIPCION

Cemento plástico bituminoso. Material asfáltico producido con relleno ("filler") inorgánico, solvente y agente aglutinante bituminoso no volátil, de consistencia adecuada para aplicarse en frío con espátula, llana o equipo especial; se emplea para resanar techados a base de fieltro asfáltico, para calafatear juntas de concreto, mampostería o techos de material acanalado, y en trabajos similares.

019.A.02 REFERENCIAS

El cemento plástico bituminoso deberá sujetarse a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM C-136.

019.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.A.03.a Requisitos químicos

1. El agente aglutinante debe ser asfáltico y se pueden agregar otros productos orgánicos con propiedades que mejoren calidad y duración del cemento plástico producido.

2. Material no volátil. El cemento plástico bituminoso debe producir no menos del 70 por ciento de material no volátil cuando se caliente 10 g del producto en un horno a temperatura de 378 a 383 K (105 a 110°C) durante 24 horas.

3. Relleno inorgánico. El cemento plástico bituminoso al quemarse debe producir no menos del 15 por ciento ni más del 45 por ciento de cenizas.

019.A.03.b Requisitos físicos

1. Plasticidad. El cemento plástico bituminoso debe tener la propiedad de poder extenderse con facilidad, sin necesidad de jalar o estirar al ser aplicado con una llana sobre una lámina de cartón saturado de asfalto y sobre superficies metálicas.

2. Comportamiento a temperatura de 333 K (60°C). El cemento plástico bituminoso, al ser aplicado sobre placas de cartón saturado de asfalto o sobre metal (acero), después de exponerse horizontalmente una hora en un local bien ventilado y después de ser suspendidas las placas verticalmente en un horno a una temperatura de 333 K (60°C) durante cinco horas, no debe presentar indicios de avejigamiento y no más de 6 mm de escurrimiento. Tampoco debe presentarse una absorción apreciable en el cartón saturado de asfalto.

3. Comportamiento a temperatura de 273 K (0°C). El cemento plástico bituminoso, al ser aplicado sobre placas de acero, expuesto a una temperatura de 273 K (0°C) durante una hora y sometido inmediatamente después al doblado en un mandril de 2.54 cm de diámetro, no debe presentar agrietamiento alguno ni separación entre el metal y el producto.

019.A.03.c Marcado. El marcado debe hacerse en un lugar visible del envase y debe contener los siguientes datos: nombre, marca registrada, tipo, número y fecha del lote de producción, caducidad y nombre o razón social del fabricante.

019.A.03.d Empaque. Los envases para el producto deben ser del tipo metálico, tales como envases de hoja de lata y tambores, con tapas apropiadas que permitan la extracción del producto con facilidad y que a la vez eviten deterioro o alteración del producto durante su almacenamiento y transporte.

019.A.03.e Recepción. El producto puede ser rechazado si no cumple cualquiera de los requisitos señalados en estas especificaciones, además de las condiciones siguientes:

1. Por condiciones de almacenaje. El producto almacenado en el lugar de su fabricación, más el tiempo de caducidad señalado, debe ser probado nuevamente antes de ser usado y debe rechazarse si no cumple los requisitos señalados en esta especificación.

2. Por variaciones en las cantidades. Si el contenido varía más del 5 por ciento en menos o más del 10 por ciento en más, del volumen especificado, el producto debe ser rechazado.

019.A.03.f Muestreo. De cada lote de producción o fracción del mismo tipo de producto, se selecciona al azar un número de envases igual a la raíz cúbica del total de los envases del lote por analizar. Posteriormente con un recipiente adecuado para el muestreo de productos de elevada viscosidad, debe tomarse del centro de cada envase escogido, como mínimo un litro del producto y trasladarlo a otro recipiente limpio, de tamaño proporcional al número de envases escogidos. El recipiente debe taparse perfectamente una vez que se hayan vaciado en él las cantidades de cemento de cada envase seleccionado. A continuación se debe hacer una mezcla uniforme con las muestras tomadas y ésta será entonces la muestra representativa que debe enviarse al laboratorio para su análisis.

019.A.03.g Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos, muestreo y pruebas, el cemento plástico bituminoso deberá ajustarse a los requisitos de esta especificación.

019.B BASE ASFALTICA EN DISOLVENTE

019.B.01 DESCRIPCION

019.B.01.a Producto asfáltico en disolventes para usarse como base, con una consistencia tal que permita su aplicación con brocha. Se emplea como base para impermeabilización.

019.B.01.b El producto se clasifica en dos tipos, con un solo grado de calidad cada uno:

Tipo I. Especial para superficies secas

Tipo II. Especial para superficies húmedas

019.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos	NOM C-93
Determinación de la viscosidad en materiales bituminosos	NOM C-96
Determinación de la solubilidad de materiales bituminosos en disolventes orgánicos	NOM L-40
Determinación del contenido de agua, por destilación de emulsiones asfálticas	NOM C-99

019.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.B.03.a Requisitos químicos

1. Composición. El producto consiste de una base asfáltica rebajada con un disolvente volátil.

2. Base asfáltica. No será menor que el 35 por ciento del peso del producto terminado y debe tener las siguientes características:

   2.1 Punto de reblandecimiento: 318 K (45°C) mínimo, 328 K (55°C) máximo.

   2.2 Penetración, en décimas de mílimetro a una temperatura de 298 K (25°C): 60 mínimo, 100 máximo.

3. Disolvente. Debe ser un destilado de hidrocarburo, con las siguientes características:

   3.1 Destilado a una temperatura menor de 393 K (120°C): 20 por ciento máximo.

   3.2 Punto final: 593 K (260°C) máximo.

4. Aditivos. Para el tipo II se emplea además un aditivo que proporcione al producto una adherencia adecuada sobre superficies húmedas.

019.B.03.b Producto terminado. El producto debe estar libre de agua y cumplir a su vez con los siguientes requisitos:

1. Viscosidad Furol: 25 a 75 segundos, a 298 K (25°C).

2. Destilación, en porcentaje del volumen de la base: Entre 498 y 633 K (225 y 360°C) no menos de 35; arriba de 633 K (360°C) no más de 75.

3. El residuo obtenido de la destilación arriba de 633 K (360°C), debe a su vez cumplir con los siguientes requisitos:

   3.1 Penetración [100 g durante cinco segundos a 298 K (25°C)]: 25 a 50.

   3.2 Material soluble en bisulfuro de carbono: no menor del 99 por ciento.

019.B.03.c Marcado. Deberán ser los indicados en 019.A.03.c de este capítulo.

019.B.03.d Empaque. Deberán ser los indicados en 019.A.03.d de este capítulo.

019.B.03.e Recepción. El producto puede ser rechazado si no cumple cualquiera de los requisitos señalados en estas especificaciones, además de las condiciones indicadas en 019.A.03.e de este capítulo.

019.B.03.f Muestreo y aceptación. Deberán llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en los párrafos 019.A.03.f y 019.A.03.g de este capítulo.

019.C REVESTIMIENTO ASFALTICO EN DISOLVENTES

019.C.01.a Es un material asfáltico de elevada viscosidad y de consistencia tal, que permite su aplicación por medio de llana, cepillo o equipo específico.

019.C.01.b El revestimiento asfáltico de aplicación en frío para impermeabilizaciones se usa para estructuras de concreto, mampostería y en casos especiales, en elementos metálicos con un recubrimiento protector contra la humedad. Cuando se usa sobre el concreto y la mampostería, es recomendable aplicar una capa inicial de material asfáltico base.

019.C.02 REFERENCIAS

El revestimiento asfáltico en disolventes, deberá sujetarse a los procedimientos de prueba establecidos en la norma NOM C-139.

019.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.C.03.a Requisitos químicos. El revestimiento debe ser de materiales asfálticos y relleno inorgánico; los materiales asfálticos pueden o no, contener aceites grasos que se diluyen con un disolvente volátil hasta alcanzar la consistencia adecuada para su aplicación.

1. Material no volátil. El producto debe producir cuando menos el 60 por ciento de material no volátil.

2. Relleno inorgánico. El producto debe contener no menos del 5 por ciento ni más del 25 por ciento de un relleno inorgánico apropiado. El residuo obtenido después de quemar el relleno inorgánico, debe ser de cuando menos el 35 por ciento.

019.C.03.b Requisitos físicos

1. Comportamiento a temperatura de 333 K (60°C). Deberá cumplir con los requisitos establecidos en 019.A.03.b.2 de este capítulo.

2. Comportamiento a temperatura de 273 K (0°C). Deberá cumplir con lo indicado en 019.A.03.b.3 de este capítulo.

019.C.03.c Marcado. Deberá ser el indicado en 019.A.03.c de este capítulo.

019.C.03.d Empaque. Deberá ser el indicado en 019.A.03.d de este capítulo.

019.C.03.e Recepción. Se sujetará a los requisitos mencionados en 019.A.03.e de este capítulo.

019.C.03.f Muestreo y aceptación. Deberán llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en 019.A.03.f y 019.A.03.g de este capítulo.

019.D MATERIALES ASFALTICOS

019.D.02 REFERENCIAS

Los materiales asfálticos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.21.1, Libro 5 de las Normas Generales de Construcción del DDF.

019.E FIELTRO SATURADO CON ASFALTO

019.E.01 DESCRIPCION

019.E.01.a Materiales a base de pulpa celulosa (como madera y papel) y pulpas de origen vegetal saturadas con materiales asfálticos bituminosos. El asfatto empleado será de consistencia sólida a semisólida, en el que sus constituyentes predominantemente son bitúmenes obtenidos como residuo de la destilación del petróleo.

019.E.01.b Los fieltros saturados con asfalto se clasifican en dos tipos: Tipo 7 (0.635 kg/m^2) y Tipo 15 (1.270 kg/m^2).

019.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo y pruebas de fieltros y mallas saturadas con sustancias bituminosas	ASTM D-146
Pruebas de solubilidad de materiales bituminosos en solventes orgánicos	ASTM D-2042
Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos	NOM C-183
Pruebas para sustancias bituminosas	ASTM D-4

019.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.E.03.a Los fieltros deberán estar total y uniformemente saturados, no debiendo mostrar zonas sin saturar en ningún punto, al ser cortados en fajas de 5 cm distribuidas al azar sobre la longitud total del fieltro. Los fieltros perforados deberán tener las perforaciones uniformemente espaciadas y presentarán las mismas características de los no perforados.

019.E.03.b La superficie del fieltro deberán estar libre de toda sustancia que impida la adherencia entre el fieltro y los demás materiales que se emplearán en la impermeabilización.

019.E.03.c Requisitos físicos. Los fieltros saturados con asfalto deberán cumplir con los requisitos físicos de la tabla 019-1.

019.E.03.d Los rollos de membranas de refuerzo deberán estibarse en posición vertical, siendo las estibas de dos rollos colocados uno sobre otro como máximo.

019.E.03.e Identificación. Los productos se marcarán indicando el tipo de producto, fecha de fabricación, marca del fabricante y precauciones durante el manejo y colocación.

019.E.03.f Empaque. Deberá ser el indicado en 019.A.03.d de este capítulo.

019.E.03.g Recepción. Se sujetará a los requisitos mencionados en 019.A.03.e de este capítulo.

019.E.03.h Muestreo y aceptación. Deberán llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en 019.A.03.f y 019.A.03.g de este capítulo.

019.F MALLA DE FIBRA DE VIDRIO

019.F.01 DESCRIPCION

019.F.01.a Las mallas de fibra de vidrio son productos en hojas compuestos por monofilamentos de vidrio cálcico distribuidos en todas direcciones, aglutinados con una resina termofija insoluble en agua.

019.F.01.b Las mallas de fibra de vidrio se clasifican en:

Mallas de fibra de vidrio sin saturación de asfalto.

Mallas de fibra de vidrio impregnadas con asfalto.

019.F.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo de materiales bituminosos	ASTM D-140
Muestreo y pruebas de fieltros y mallas saturadas con sustancias bituminosas	ASTM D-146
Pruebas de solubilidad de materiales bituminosos en solventes orgánicos	ASTM D-2042

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos	NOM C-183
Pruebas de penetración en materiales bituminosos	ASTM D-5
Determinación del punto de ablandamiento	ASTM D-36
Prueba para determinar el peso específico de los asfaltos sólidos por el método de desplazamiento	ASTM D-71
Prueba por destilación al vacío de materiales asfálticos líquidos y semisólidos, para obtener un residuo de penetración específica	ASTM D-1189

019.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.F.03.a Malla de fibra de vidrio sin saturación de asfalto. Se usará malla de fibra de vidrio con las características siguientes:

1. Peso neto seco mínimo, en N/m² (kg/m²): 0.402 (0.041).
2. Espesor, en cm: 0.03.
3. Resistencia a la tensión, en kPa (kg/cm²): 45 (0.459).

019.F.03.b Mallas de fibra de vidrio impregnadas con asfalto. El producto así obtenido deberá tener las características siguientes:

1. Peso, en N/m² (kg/m²) 3.66 – 4.75 (0.373 – 0.484).
2. Espesor, en cm 0.063 – 0.076.
3. Resistencia a la tensión, en kPa (kg/cm²): 270 – 386 (2.755 – 3.937).

019.F.03.c El asfalto empleado para la impregnación de la malla de fibra de vidrio, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Característica	Mínimo	Máximo
Punto de ablandamiento, en K (°C)	350 (77)	363 (90)
Penetración: 100 g, 5 s, a 298 K (25°C)	15	
Peso específico, a 298 K (25°C)	1.06	1.07

019.F.03.d Los rollos de membranas de refuerzo deberán estibarse en posición vertical, siendo las estibas de dos rollos colocados uno sobre otro como máximo.

019.A.03.e Se deberán mantener cerrados los botes que contengan productos asfálticos, máxime cuando éstos estén compuestos por sustancias volátiles y se cuidará de no golpear o deformar los envases, pudiéndolos estibar uno sobre otro. En todos los casos los materiales se almacenarán en bodegas ventiladas, evitando temperaturas menores de 288 K (15°C) y evitando la cercanía de flamas y materiales inflamables.

019.F.03.f Los materiales asfálticos en disolventes y los de aplicación en caliente se emplearán únicamente en zonas donde no haya el peligro de producir explosión o incendio.

019.F.03.g Identificación. Todos los productos para impermeabilización se marcarán indicando: tipo de

Tabla 019-1. Requisitos físicos

Características	Tipo 7	Tipo 15
Ancho de rollo, en cm	91.5	91.5
Area del rollo, mínimo, en m^2	40	40
Peso del fieltro saturado, mínimo, en kg/m^2	0.635	1.270
Pérdida por calentamiento a 423 K (150°C) por cinco horas, máximo, en porcentaje	4	4
Flexibilidad a 298 K (25°C): las 10 tiras de material no deben quebrarse al ser dobladas a un ángulo de 90° a una velocidad uniforme sobre un mandril con radio de:	1.25 cm	1.85 cm
Esfuerzo de ruptura a 298 K (25°C):		
Longitudinal, mínimo en N (kg)	133.4 (13.6)	178.5 (18.2)
Transversal, mínimo en N (kg)	66.7 (6.8)	89.2 (9.1)
Peso del saturante por m^2, mínimo, en N (kg)	3.48 (0.355)	6.96 (0.710)

producto, nombre del fabricante, fecha de fabricación, y precauciones durante el manejo y colocación.

019.F.03.h Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, la malla de fibra de vidrio deberá ajustarse con el contenido de esta especificación para poder ser aceptada.

019.G MEMBRANAS PREFORMADAS

019.G.01 DESCRIPCION

Son productos laminados flexibles prefabricados, de composición plástico-asfáltica, de espesor constante que se adhieren a la superficie del concreto, empleando para ello el procedimiento de cementación apropiado. Se emplean generalmente en conjunto con otros productos para impermeabilizar losas de azotea y elementos estructurales de concreto.

019.G.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales asfálticos	DDF,5.21.1, Primera Parte
Método de prueba para la determinación de la penetración en materiales bituminosos	ASTM D-5
Método de prueba para determinar el punto de reblandecimiento de productos asfálticos	ASTM D-36
Método de prueba para la determinación de la ductilidad de materiales bituminosos	ASTM D-113
Muestreo y pruebas de filtros y mallas saturadas con sustancias bituminosas	ASTM D-146
Método de prueba para determinar las propiedades de tensión de las láminas plásticas tejidas o similares	ASTM D-882
Determinación de la resistencia a la penetración	ASTM D-732

019.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

019.G.03.a Cuando así lo indique el proyecto, deberá emplearse un producto asfáltico catalítico para adherir la membrana; los requisitos que deberá cumplir dicho producto serán los indicados en la tabla 019-2.

019.G.03.b Las membranas preformadas deberán cumplir los requisitos físicos establecidos en la tabla 019-3.

019.G.03.c Los rollos de membranas deberán estibarse en posición vertical, siendo las estibas de dos rollos colocados uno sobre otro como máximo.

019.G.03.d Se deberán mantener cerrados los botes que contengan productos asfálticos, máxime cuando éstos estén compuestos por sustancias volátiles y se cuidará de no golpear o deformar los envases, pudiéndolos estibar uno sobre otro. En todos los casos los materiales se resguardarán en bodegas ventiladas, evitando temperaturas menores de 288 K (15°C) y evitando la cercanía de flamas y materiales inflamables.

019.G.03.e Los materiales asfálticos a base de disolventes y los de aplicación en caliente se emplearán únicamente en zonas donde no haya el peligro de producir explosión o incendio.

019.G.03.f Almacenamiento. El almacenamiento en obra de la membrana deberá hacerse en forma tal que ésta quede protegida de los rayos solares directos, a fin de evitar un posible deterioro del asfalto.

019.G.03.g Identificación. Los productos para la impermeabilización se marcarán indicando: tipo de producto, identificación del lote y fecha de fabricación.

019.G.03.h Muestreo. El Contratista deberá justificar ante el Representante que los materiales que utilizará en la formación de la impermeabilización, cumplen con las especificaciones de calidad correspondientes a dichos materiales. El Contratista deberá presentar una serie de ensayes por cada lote de la cantidad que se requiera para ejecutar la impermeabilización de 1000 m^2 o fracción. En adición, el Representante podrá exigir la realización de una serie complementaria de ensayes, cuando a su juicio la primera presentada no sea representativa de los materiales suministrados en cada lote destinado a cubrir

Tabla 019-2. Asfalto catalítico para adherir la membrana

Propiedades	Valor especificado
Penetración, 298 K/100 g/5 s (25°C/100 g/5 s), en mm	5.0 a 6.5
Punto de reblandecimiento, en K (°C)	363 (90)
Ductilidad, 298 K/2 cm/mm (25°C/2 cm/mm), en mm	50

Tabla 019-3. Requisitos físicos de la membrana impermeable

Propiedades	Espesor, en mm		
	0.76	1.5	4.0
Resistencia a la tensión, mínima, en MPa (kg/cm^2)	2.94 (30)	14.7 (150)	1.96 (20)*
Elongación a la ruptura, mínimo, en porcentaje	300	250	300**
Resistencia a la penetración, en MPa (kg/cm^2)	-	-	4.90 (50)
Resistencia a la penetración de un área de 1 x 3 cm cargada con 0.69 MPa (7 kg/cm^2)	No debe presentar deterioro		
Resistencia a la flexión a 273 K (0°C) y a 283 K (10°C)	No debe agrietarse		

* Con una tolerancia de ± 10 por ciento

** Se refiere únicamente al asfalto y a la película de polietileno

1000 m^2; si lo considera conveniente, el Representante podrá efectuar por su parte ensayes de certificación de los materiales suministrados. La serie de resultados consistirá en el promedio de tres pruebas por membrana.

019.G.03.i Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios a los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las membranas preformadas deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

CAPITULO 4. 01. 01. 020

MATERIALES PARA HERRERIA Y CERRAJERIA

020.A PERFILES TUBULARES DE LAMINA

020.A.02 REFERENCIAS

Los perfiles tubulares fabricados a base de lámina de acero rolado en frío, que se emplean para la fabricación de herrería para edificación, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.30.3, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

020.B PERFILES DE ALUMINIO

020.B.02 REFERENCIAS

Los perfiles de aluminio son productos extruidos en caliente de lingotes de aluminio y de sus aleaciones, que se emplean para cancelería y ventanería en edificación; deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.31, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

020.C TUBERIA DE LATON

020.C.01 DESCRIPCION

Tubos de latón. Productos de latón en forma tubular de sección transversal redonda, cuadrada o rectangular y espesor de pared uniforme, sin costura, estirados y recocidos; se utilizan en productos ornamentales y herrería. Se clasifican en Tipo 1, 2 y 3 de acuerdo con su composición química (aleación).

020.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la dureza Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Método de prueba de abocardado para tubos de acero de sección circular	NOM B-132
Método de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre	NOM K-150
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Tubería-Latón	NOM W-19

020.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

020.C.03.a Composición química. Los tubos de latón deberán cumplir con los requisitos químicos establecidos en la tabla 020-1.

Tabla 020-1. Composición química de los tubos de latón

Tipo de aleación	Cobre, en porcentaje	Plomo, en porcentaje	Fierro, en porcentaje máximo	Zinc, en porcentaje
1	84.0 a 86.0	0.06 máximo	0.05	Diferencia*
2	65.0 a 68.0	0.20 a 0.80	0.07	Diferencia*
3	61.0 a 64.0	0.10 máximo	0.05	Diferencia*

* Con respecto al 100%.

020.C.03.b La desviación máxima de la sección transversal de tubos redondos rígidos se especifica en la tabla 020-2.

Tabla 020-2. Desviación máxima de la sección transversal de tubos redondos rígidos

e/d*	Desviación máxima permisible, en porcentaje
De 0.01 a 0.03	1.5
Mayor de 0.03 hasta 0.05	1.0
Mayor de 0.05 hasta 0.10	0.8 (0.051 mm)
Mayor de 0.10	0.7 (0.051 mm)

* Número adimensional que es la relación entre el espesor de pared (e) y el diámetro exterior nominal (d).

020.C.03.c Abocardado (tubo redondo flexible). Los tubos redondos flexibles de latón deben resistir la expansión y estar exentos de fisuras y agrietamiento al ser sometidos al abocardado como se especifica en la tabla 020-3.

Tabla 020-3. Abocardado

Diámetro exterior nominal del tubo, en mm	Expansión (después del abocardado) en el perímetro exterior del tubo, en porcentaje
19 o menos	20
Mayores de 19	15

020.C.03.d Angulo de corte (tubo redondo rígido). El ángulo de corte en los extremos del tubo redondo rígido debe ser perpendicular al eje longitudinal del tubo; la desviación máxima se especifica en la tabla 020-4.

Tabla 020-4. Desviación transversal del ángulo de corte del tubo redondo rígido

Diámetro exterior nominal, en mm	Desviación máxima permisible, en mm
≤ 16	0.25
> 16	0.41 por cada 25.4 mm de diámetro exterior

020.C.03.e Dureza de los tubos de latón. Los tubos de latón deberán cumplir con la dureza establecida en las tablas 020-5 y 020-6 para los tres tipos de aleación.

020.C.03.f Resistencia a la tensión. Los tubos de latón deben cumplir con la tensión que se establece en la tabla 020-5 para los tres tipos.

020.C.03.g Tamaño de grano y dureza Rockwell. Los tubos de latón de la presente especificación deben cumplir con lo establecido para el tamaño de grano y dureza Rockwell, en la tabla 020-6.

020.C.03.h Acabado. Los tubos de latón deben tener un acabado brillante, además de no presentar abolladuras, raspaduras, rayas o cualquier defecto que pudiera llevar en la superficie. Los tubos de latón del tipo 1 y 2, deben lavarse con nitrato mercuroso y no deben mostrar rayaduras o cualquier otro defecto.

020.C.03.i Identificación. Los tubos de latón deben llevar una etiqueta legible en cada tramo con los siguientes datos: nombre o marca del fabricante, espesor de pared en mm, diámetro exterior o longitud exterior entre paredes paralelas en mm y tipo de aleación.

020.C.03.j Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres; la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

020.C.03.k Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las tuberías de latón deberán cumplir con los requisitos mencionados en esta especificación.

20.D CERRADURAS PARA PUERTAS

020.D.02 REFERENCIAS

Las cerraduras para puertas deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.67, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Tabla 020-5. Resistencia a la tensión

Tipo de aleación	Temple	Diámetro exterior o distancia mayor entre superficies paralelas exteriores, en mm	Espesor de pared, en mm	Resistencia a la tensión		Dureza Rockwell superficial Escala 30 T
				MPa	kg/cm²	
1	Estirado ligero	Todos	Todos	305 mín. 400 máx.	3112 mín. 4082 máx.	43 mín. 75 máx.
	Estirado (para fines generales)	Todos	Todos	305 mín	3112 mín.	43 mín.
	Estirado duro	Hasta 25.4	Desde 0.508 hasta 3.05	395 mín.	4031 mín.	65 mín.
		Mayor de 25.4 hasta 50.8	Desde 0.889 hasta 4.75	395 mín.	4031 mín.	65 mín.
		Mayor de 50.8 hasta 102	Desde 1.52 hasta 6.35	395 mín.	4031 mín.	65 mín.
2 y 3	Estirado (para fines generales)	Todos	Todos	370 mín.	3775 mín.	53 mín.
	Estirado duro	Hasta 25.4	Desde 0.508 hasta 3.05	455 mín.	4643 mín.	70 mín.
		Mayor de 25.4 hasta 50.8	Desde 0.889 hasta 4.75	455 mín.	4643 mín.	70 mín.
		Mayor de 50.8 hasta 102	Desde 1.52 hasta 6.35	455 mín.	4643 mín.	70 mín.

Tabla 020-6. Tamaño del grano y dureza Rockwell

Tipo de aleación	Tipo de temple	Espesor de pared, en mm	Dureza Rockwell		Tamaño promedio mínimo de grano, en mm	
			Escala	Máxima	Mínimo	Máximo
1	Recocido suave	≤ 1.14	30 T	36	0.025	0.060
		> 1.14	F	75	0.025	0.060
	Recocido ligero	≤ 1.14	30 T	39	*	0.035
		> 1.14	F	85	*	0.035
2	Recocido suave	≤ 0.762	30 T	40	0.025	0.060
		> 0.762	F	80	0.025	0.060
	Recocido ligero	≤ 0.762	30 T	60	*	0.035
		> 0.762	F	90	*	0.035
4	Recocido suave	≤ 0.762	30 T	40	0.025	0.060
		> 0.762	F	80	0.025	0.060
	Recocido ligero	≤ 0.762	30 T	60	*	0.035
		> 0.762	F	90	*	0.035

* Aunque no se ha especificado un tamaño mínimo de grano de todos los materiales, el tamaño de grano del tipo de aleación debe tener una estructura completa de grano recristalizado.

CAPITULO 4. 01. 01. 021

MATERIALES, PRODUCTOS Y ELEMENTOS PARA VIDRIERIA

021.A VIDRIO PLANO

021.A.02 REFERENCIAS

El vidrio plano transparente, translúcido, incoloro o de color que se emplea como elemento de iluminación en edificaciones, deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.47, Parte Segunda del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

021.B PLACAS DE MATERIAL ACRILICO

021.B.01 DESCRIPCION

El material acrílico es del tipo termoplástico y se emplea en ventanas, puertas y barandales de las edificaciones del Metro.

021.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación del módulo de ruptura en vidrios	ASTM C-158
Resistencia al impacto de plásticos	ASTM D-256
Determinación de la absorción de agua en plásticos	ASTM D-570
Propiedades de tensión de plásticos	ASTM D-638
Determinación del coeficiente lineal térmico y expansión de plásticos	ASTM D-696
Determinación de la dureza Rockwell en materiales plásticos	ASTM D-785
Determinación de la gravedad específica y densidad de plásticos	ASTM D-792
Determinación de la temperatura de ablandamiento Vicat de plásticos	ASTM D-1525
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

021.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

021.B.03.a Salvo que el proyecto modifique algunos de los requisitos, las placas de material acrílico deberán cumplir con las propiedades de la tabla 021-1.

021.B.03.b Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos productos, podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres; la aceptación de estos productos quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

021.C CRISTAL TRANSPARENTE TEMPLADO

021.C.01 DESCRIPCION

Se establecen las especificaciones que debe cumplir el cristal transparente templado que se podrá emplear en la construcción de los barandales de los cambios de andén en las estaciones del Metro.

021.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Resistencia a flexión de vidrios	ASTM C-158
Determinación de la resistencia al impacto	ASTM C-368
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Placas de material acrílico	4.01.01.021.B

021.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

021.C.03.a A juicio del Representante podrán efectuarse pruebas comparativas entre el material acrílico y el cristal transparente templado y se usará aquél que arroje las mejores características, de acuerdo con los métodos de prueba señalados en las referencias y con los conceptos siguientes.

021.C.03.b Resistencia a rayones. La superficie expuesta al público será sometida a rayones provocados con objetos punzo-cortantes tales como navajas de bolsillo, clavos, desarmadores, llaves, etc., aplicados con una presión con movimientos simulando actos de vandalismo. Las muestras sometidas a rayones no deberán presentar fallas considerables o visibles.

021.C.03.c Golpe con esfera metálica con peso de 7.8 N (0.8 kg). Se realizará esta prueba mediante una esfera metálica que se accionará como péndulo, y se someterá al impacto mediante diferentes alturas de 0.30, 0.60, 0.90, 1.20 y 1.50 m. La muestra sometida a este ensaye deberá estar en posición de barandal tal y como se emplea en los andenes de las estaciones, con dimensiones de 0.50 x 0.60 m. (ver fig 021-1).

Tabla 021-1. Propiedades del material acrílico en placas

Propiedades mecánicas	Valor especificado
Resistencia límite a la tensión, en N/mm^2 (kg/cm^2)	60 (612)
Estiramiento al límite, en procentaje	7
Módulo de elasticidad, en N/mm^2 (kg/cm^2)	2300 (23453)
Resistencia a la flexión, en N/mm^2 (kg/cm^2)	15 (153)
Resistencia al impacto (caída de bola), en N·m (kg·m)	196 (20)
Propiedades térmicas	
Temperatura de deformación por el calor:	
- Vicat "A", en K (°C)	433 (160)
- Conductividad térmica, en W/m^2 K	0.21
Propiedades físicas	
Peso específico a 296 K (23°C), en g/cm^3	1.20
Absorción de agua en 24 horas, en mg	10

021.C.03.d Prueba de comportamiento al impacto. Esta prueba estará representada por el impacto de un peso de 39.2 N (4.0 kg) que se dejará caer en dirección vertical a la superficie de la muestra en los extremos y parte central de los bordes. La altura de caída (h) será de 0.30, 0.60, 0.90, 1.20 y 1.50 m y se emplearán también muestras de 0.50 x 0.60 m (ver fig 021-1).

021.C.03.e Certificación de la calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos productos, podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres; la aceptación de estos productos quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

021.C.03.f Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, el cristal transparente templado deberá cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

021.D ESPEJOS DE VIDRIO O CRISTAL

021.D.01 DESCRIPCION

021.D.01.a Espejos de vidrio o cristal. Laminas o placas de vidrio o cristal, que tienen una de sus caras recubiertas con un depósito de plata, con el objeto de reflejar las imágenes. Se fabrican en todos los espesores de vidrio y el depósito de plata deberá estar protegido con una capa de pintura, pudiendo tener además un barniz intermedio.

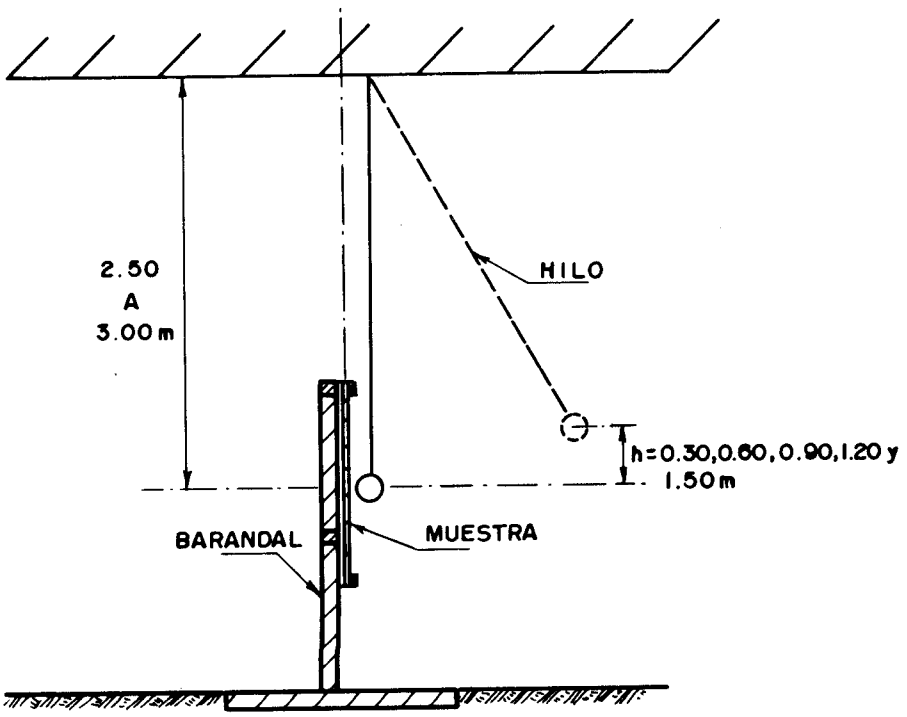
021.D.01.b Los espejos se clasifican, de acuerdo a su procedencia en:

Tipo A: Fabricado con vidrio de caras pulidas, comúnmente conocido como cristal, con calidad A1 y A2.

Tipo B: Fabricado con vidrio estirado transparente, comúnmente denominado vidrio para ventanas, con calidad B1 y B2.

021.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Vidrio y cristal para construcción y fabricación de espejos	NOM P-1
Vidrio plano	NOM P-3
Espejos planos de vidrio	NOM P-4
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Determinación de esfuerzos residuales en productos de vidrio	NOM P-49
Pruebas en vidrios	SCT, Cap. 26, Tomo V



Golpe de esfera metálica de 0.800 kg

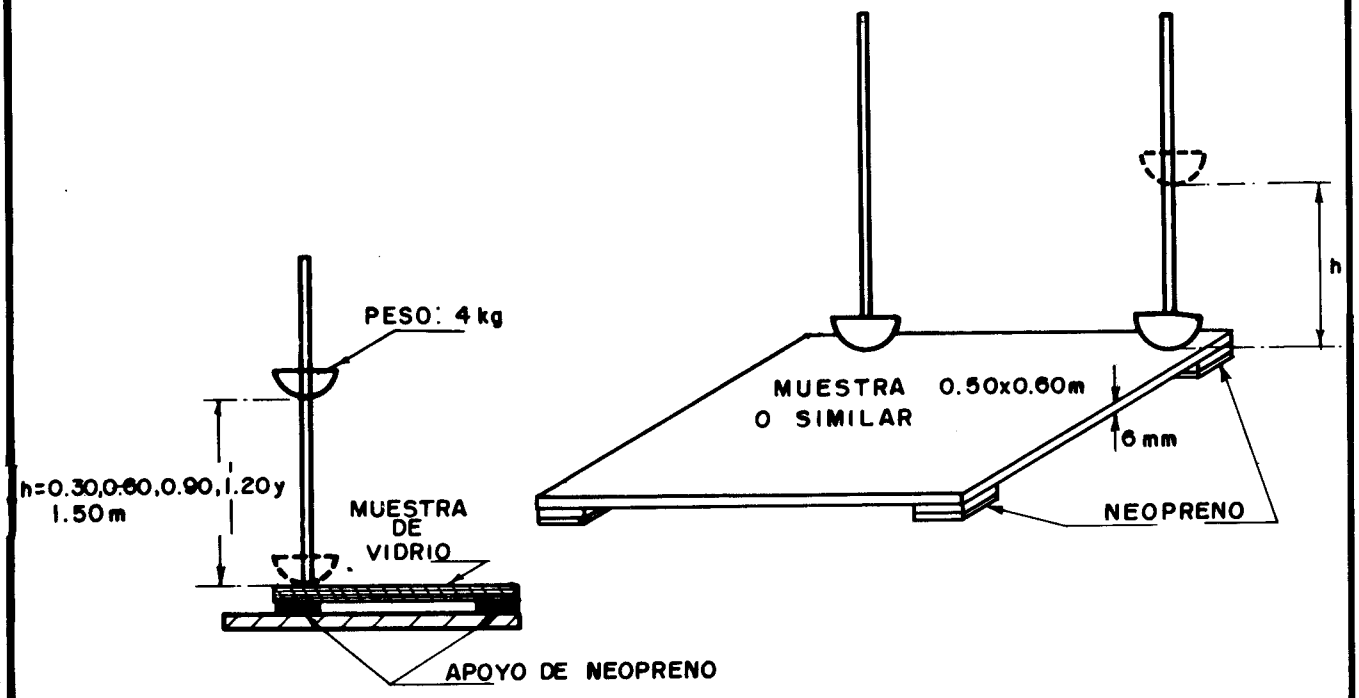


Fig 021-1 Pruebas comparativas de comportamiento al impacto en la parte central y en los bordes de muestras de vidrio templado y de material acrílico

021.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

021.D.03.a Requisitos físicos

1. Puntos transparentes a través del depósito de plata. Los grados de calidad A1, A2, B1 y B2, no deben tener más puntos transparentes de los que se especifican en la norma NOM P-4.

2. Cantidad de plata. Será la que a continuación se especifica como mínima:

   Grados de calidad A1 y B1 300 mg/dm²

   Grados de calidad A2 y B2 180 mg/dm²

3. Pintura protectora. No debe mostrar falta de continuidad en toda la parte plateada que se protege debiendo tener buena adherencia, impermeabilidad y suficiente elasticidad para soportar, sin alterarse los cambios de temperatura.

4. Ondulación del vidrio. Observando el vidrio en un ángulo de incidencia de 20 a 25°, se nota una ondulación que se presenta generalmente en el mismo sentido del estirado del vidrio; los espejos deberán fabricarse empleando vidrios con una ondulación como se especifica en la norma NOM P-4.

021.D.03.b Los espejos de calidad A1 y A2, deberán estar libres de imperfecciones a simple vista. Los de calidad B1 y B2, podrán tener ondulaciones casi imperceptibles, sin defectos notables de líneas débiles, ni burbujas.

021.D.03.c Dimensiones. Comúnmente el grueso de los espejos corresponde al espesor del vidrio o de los cristales: 2, 3, 4, 5 y 6 mm, pudiéndose emplear también vidrio o cristal de otros espesores.

021.D.03.d Los espejos deberán identificarse mediante una etiqueta, en donde se indique el nombre del fabricante y la clasificación del espejo.

021.D.03.e Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos, muestreo y pruebas, los espejos de vidrio o cristal deberán cumplir los requisitos enunciados en esta especificación.

021.E LAMINAS DE FIBRAS Y MATERIALES PLASTICOS

021.E.01 DESCRIPCION

021.E.01.a Láminas de plástico. Son láminas fabricadas de hojas de materiales fibrosos, impregnadas con resinas de condensación, endurecimiento térmico y compactadas bajo calor.

021.E.01.b El material puede ser de dos clases:

1. Clase normal, que tiene una alta resistencia al calor.

2. Clase refractaria para resistir fuentes concentradas de calor. Se elaboran agregando una capa conductora del calor bajo la superficie, a fin de disipar más rápidamente el calor producido por una fuente concentrada.

021.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Prueba de flexión	SCT, Cap. 26-3, Tomo V
Pruebas en placas o láminas de fibras	SCT, Cap. 26-25, Tomo V
Prueba de resistencia al manchado	SCT, Cap. 26-7, Tomo V
Prueba de resistencia a la decoloración	SCT, Cap. 26-8, Tomo V
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

021.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

021.E.03.a Físicos

1. Al efectuar la prueba de flexión, las láminas de plástico deberán cumplir con lo establecido en la tabla 021-2.

2. La resistencia a fuentes concentradas de calor, en la cual la clase normal deberá sujetarse a la prueba durante 110 segundos y la clase refractaria durante 10 minutos; no se deberán presentar daños.

3. Todas las láminas deberán permitir taladrarse, avellanarse, atornillarse, clavarse, aserrarse y maquinarse, sin que se rompan y agrieten.

4. Resistencia al manchado, de acuerdo con lo que se indica a continuación:

   4.1 No deberán mancharse bajo la acción de gasolina o nafta, agua, alcohol (etílico, metílico o isopropílico), acetato de amilo, acetona, tetracloruro de carbono, insecticida, jabones y detergentes, fosfato trisódico, aceite de oliva, solución de amoniaco al 10 por ciento, solución de ácido cítrico al 10 por ciento, bisulfato de sodio, urea y lápiz de cera (crayón).

   4.2 No deberán ser afectados por lo siguiente (excepto manchas superficiales que sean removibles fácilmente con una aplicación ligera de un abrasivo suave): blanqueador, sustancias para teñir ropa, tinta lavable, tintura de yodo (alcohol con 1 por ciento de yodo), solución de mercurocromo (agua con 2 por ciento de mercurocromo), solución de fenol (agua con 5 por ciento de fenol).

021.E.03.b Dimensiones y tolerancias

1. Las dimensiones deberán cumplir con las que determine el proyecto.

2. Las tolerancias serán, en cada caso las que señale el proyecto respecto al ancho y largo de las láminas.

3. Las tolerancias en el espesor serán las establecidas en la tabla 021-3.

Tabla 021-2. Requisitos a la flexión

Concepto	Requisitos mínimos
Resistencia a la flexión, en MPa (kg/cm^2)	98 (1000)
Módulo de elasticidad, en MPa (kg/cm^2)	5394 (55 000)
Flecha en mm, correspondiente a la carga de ruptura en probetas de 1.6 mm de espesor cuando la cara aparente esté sujeta a tensión	0.5 mínimo
Idem cuando la cara aparente esté sujeta a la compresión	0.8 mínimo

Tabla 021-3. Tolerancia en el espesor

Espesor de las láminas, en mm	Tolerancia, en mm
1.0	± 0.1
2.4	± 0.2
3.2	± 0.2
4.0	± 0.2
4.8	± 0.3
5.6	± 0.3
6.4	± 0.3

021.E.03.c Acabado. Su color, textura y tipo del acabado, serán los que fije el proyecto y lo que ordene el Representante. Deberán ser de calidad uniforme y sin ampollas, arrugas o grietas.

021.E.03.d Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere de tres; la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante, en función de los resultados obtenidos.

021.E.03.e Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las láminas de fibras y materiales plásticos deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

021.F MASTIQUES

021.F.01 DESCRIPCION

021.F.01a El mastique es un material de consistencia plástica que se endurece superficialmente una vez colocado, y que sirve para fijar a los marcos los materiales de vidriería, conservando impermeable la junta entre ellos. Está formado por una mezcla uniforme y bien incorporada, de fibras de asbesto, pigmentos y aceites secantes y, en algunos casos, hule y resinas que le dan características especiales.

021.F.01.b Usos. Se emplea en el llenado de las juntas que se forman al colocar vidrios y cristales dentro de marcos de ventanería, sean de madera, de hierro estructural o de lámina tubular, con el fin de evitar el paso del agua, polvo y aire por dichas juntas; ayudan a la sujeción de los vidrios y amortiguan las vibraciones en éstos causados por empuje y succión del viento, movimientos y ondas sonoras.

021.F.01.c Clases y tipos. De acuerdo con las diversas variantes de clima, temperatura, humedad, fuerza de los vientos, resistencia a los movimientos así como en función de las dimensiones y grueso de los vidrios, se fabrican las siguientes clases identificándose por el color:

Clase A Comercial. Para vidrio sencillo o medio doble en dimensiones no mayores de 1.0 m^2.

Clase AA Alta Calidad. Para vidrio triple o materiales vítreos en dimensiones no mayores de 1.5 m^2.

Clase AAA Superior Calidad. Para materiales vítreos y cristales en dimensiones no mayores de 2.0 m^2.

Los colores podrán variar dependiendo de su uso.

021.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

021.F.03.a El mastique se empleará según las condiciones atmosféricas, y de acuerdo con las dimensiones de las placas de los vidrios, de conformidad con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Representante.

021.F.03.b Suavizarlo si fuese necesario con la cantidad mínima de gasolina blanca, petróleo diáfano o algún producto similar.

021.F.03.c Amasarlo a mano hasta lograr la consistencia deseada.

021.F.03.d En cada caso el proyecto establecerá las especificaciones que deberá cumplir el mastique, así como los requisitos de muestreo y pruebas que se consideren convenientes, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previa autorización del Representante.

021.F.03.e Manejo y almacenamiento. El mastique deberá almacenarse en bodegas frescas. Las cubetas con mastique a granel deberán llevar la tapa sujeta al envase con uñas o con otro tipo de sujetadores. El mastique no deberá envolverse en papel poroso ni absorbente.

021.F.03.f Certificación de calidad. La ejecución de las pruebas para certificar la aceptación de estos materiales, podrá ser exigida en el proyecto u ordenada por el Representante, quien en su caso también fijará el número de ellas si requiere más de tres y la aceptación de estos materiales quedará a juicio del Representante en función de los resultados obtenidos.

021.G ELEMENTOS DE SUJECION

021.G.01 DESCRIPCION .

021.G.01.a Son aquellos materiales utilizados para fijar vidrio o cristales, los cuales deben quedar siempre entre dos capas de material que sirva de asiento, ya sea mastique, o algún material similar que señale el proyecto.

021.G.01.b En la fijación de vidrios o cristales, salvo que el proyecto indique lo contrario, deberán utilizarse los siguientes elementos de sujeción:

1. Grapas de alambre o de lámina.

2. Junquillos sujetavidrios atornillables con pijas.

3. Clavillos.

021.G.03 REQUISITOS DE CALIDAD

Los elementos de sujeción de vidrios o cristales deberán tener las características y calidad que señale el proyecto y que apruebe el Representante.

CAPITULO 4. 01. 01. 022

PINTURAS

022.A PINTURAS ANTICORROSIVAS

022.A.01 DESCRIPCION

022.A.01.a La pintura anticorrosiva es el producto que se usa para prevenir la corrosión de tuberías y estructuras metálicas.

022.A.01.b La protección contra la corrosión de la estructura metálica expuesta a las condiciones ambientales de la Ciudad de México, se realizará mediante la aplicación de un primario y un acabado, a base de resina alquidálica.

022.A.01.c La protección anticorrosiva de las tuberías (de 50.8, 76.2, 91.4 y 121.9 cm de diámetro o las que señale el proyecto) por las que circula agua potable en su interior y que en su exterior estarán expuestas al contacto con el subsuelo de la Ciudad de México, se realizará en el interior mediante la aplicación de un primario epóxico catalizado poliamídico con los espesores señalados en el proyecto mientras que el exterior se protegerá con un primario inorgánico de zinc y un acabado con dos manos de pintura de aceite con la preparación previa y adecuada de superficie.

022.A.01.d El término "recubrimiento", mencionado en esta especificación, se refiere a toda la pintura y productos que se usan para prevenir la corrosión por aislamiento del medio.

022.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la resistencia a la abrasión de las pinturas para señalamiento de tránsito	NOM U-20
Determinación de la resistencia al intemperismo acelerado de los recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-32
Determinación de la adherencia en recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-34
Determinación de la presencia de brea en recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-36
Pinturas, recubrimientos y productos afines. Muestreo	NOM U-40
Pinturas, recubrimientos y productos afines. Inspección por muestreo, examen y preparación de muestras	NOM U-41
Pinturas, recubrimientos y barnices. Muestreo de materias primas	NOM U-42
Método de prueba para determinar la adherencia	ASTM D-3359
Especificaciones para la limpieza de la superficie del metal para la aplicación del recubrimiento anticorrosivo (chorro de arena, sopleteado con abrasivo seco, metal blanco; manual y mecánica, comercial)	Steel Structures Painting Council SP-6-63 SP-5-63 SP-3-63 SP-2-63
Sistema de protección anticorrosiva a base de recubrimientos	PEMEX 2.132.01
Aplicación de recubrimiento para protección anticorrosiva	PEMEX 3.132.01
Recubrimiento para protección anticorrosiva. Requisitos de calidad	PEMEX 4.132.01
Recubrimientos para protección anticorrosiva. Muestreo y pruebas	PEMEX 5.132.01
Pinturas anticorrosivas	DDF 5.46.1, Primera Parte

022.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

022.A.03.a Preparación de las superficies para aplicar el recubrimiento anticorrosivo. Todas las superficies donde se aplicará el recubrimiento anticorrosivo, deberán estar perfectamente limpias y libres de óxidos, grasas, aceite u otras impurezas.

1. La limpieza en las tuberías podrá ser realizada manualmente, con chorro de arena o por sopleteo con abrasivo seco, con aspecto de grado "metal blanco", según la especificación SP-5-63.

2. En las estructuras metálicas el nivel de limpieza de la superficie de metal será el de aspecto "comercial", ya sea a mano o con chorro de arena, de acuerdo con la limpieza con chorro, manual y mecánica de las especificaciones SP-6-63, SP-2-63 y SP-3-63, respectivamente.

022.A.03.b El recubrimiento anticorrosivo primario para la estructura metálica estará constituido por una resina del tipo "alquidálico con un cromato de zinc", y para la tubería será del tipo mencionado en el párrafo 022.A.01.c. La aplicación será realizada en el taller del fabricante.

022.A.03.c Aplicación. La aplicación del recubrimiento protector primario cuando se efectúe en obra se hará siguiendo las recomendaciones y precauciones establecidas por el fabricante del producto protector.

022.A.03.d Los recubrimientos anticorrosivos, previo a su aplicación, deberán cumplir con los requisitos de calidad mencionados a continuación, los que deberán certificarse en laboratorio.

1. Brea. Las pinturas anticorrosivas que se empleen en la formación de los recubrimientos deberán estar libres de brea, de acuerdo con el método de la norma NOM U-36.

2. Adherencia. El recubrimiento deberá presentar un valor de adherencia de 39.2 N (4 kg) como mínimo, según el método especificado en la norma NOM U-34.

3. Flexibilidad. El recubrimiento aplicado no deberá presentar grietas ni pérdida de adherencia, en las condiciones especificadas en el método de la norma NOM U-33.

4. Resistencia a la abrasión. La resistencia a la abrasión en las condiciones que indica el método de la norma NOM U-20, deberá tener como mínimo un gasto de arena de 80 kg/minuto.

5. Resistencia química. La capa de recubrimiento deberá resistir la acción de ácido sulfúrico diluido al 10 por ciento, al cloruro de sodio al 10 por ciento, al hidróxido de sodio al 10 por ciento y al agua destilada, sin que la película del espécimen se desintegre, ampolle, rompa o pierda sus propiedades de adherencia, ni separarse en capas, comprobándose finalmente que la lámina de acero del No. 20 en frío de 8 x 20 cm no muestra señales de oxidación ni corrosión por el lado del recubrimiento después de una inmersión de siete días en las soluciones arriba mencionadas y a una temperatura de 333 K (60°C).

6. Resistencia a la gasolina y al alcohol etílico de 95°. La capa de recubrimiento deberá resistir la acción aislada de la gasolina y del alcohol etílico, sin mostrar reblandecimiento, plegamiento, pérdida de adherencia o de separación entre capas, después de una inmersión mínima de 24 horas en gasolina blanca o en alcohol etílico de 95° a una temperatura de 296 ± 1 K (23 ± 1°C). Las observaciones se harán después de transcurridas 24 horas, a partir del momento de sacar los especímenes de los baños de inmersión.

7. Resistencia a la acción de luz de arco y agua. El recubrimiento deberá resistir la acción de la luz de arco y la acción del agua sin que se produzcan agrietamientos, ampollamientos, plegamientos, desintegración, corrosión, decoloración intensa, pérdida total del brillo, pérdida de adherencia y separación de capas en las condiciones estipuladas en el método de prueba NOM U-32, exponiendo la muestra a la acción de la luz de arco y agua durante un tiempo de 300 horas al primario de cromato de zinc, de 200 horas al acabado de esmalte alquidálico y para el tipo epóxico catalizado (primario y acabado) de 500 horas.

8. Acabado. El recubrimiento deberá ser continuo, sin mostrar agrietamientos, engrosamientos, ampolladuras ni plegamientos.

9. Estabilidad en el envase. Al abrir los envases el producto deberá mostrar estabilidad, sin que se aprecie una separación del pigmento y del vehículo empleado en la pintura.

022.A.03.e Pruebas en campo, después de la aplicación.

1. En el supuesto caso de que exista duda por parte del Representante, respecto a la adecuada aplicación de las pinturas anticorrosivas, se realizarán pruebas de adherencia en campo por medio de un dispositivo que reproduzca las mismas condiciones de la prueba de laboratorio indicadas en la norma NOM U-34, considerándose que se cumple con la prueba de adherencia, si al aplicar una carga de 39.2 N (4 kg) no se produce el desprendimiento de la película de pintura. Las pruebas se harán al azar, haciendo una prueba a cada 3.0 m de separación. Se considerará como satisfactoria la aplicación de la pintura si se cumple cuando menos con un 95 por ciento de las pruebas realizadas del tramo de estructura metálica o tubería por revisar.

2. También podrá revisarse la aplicación de la pintura, en el tramo de estructura metálica o tubería con duda, por medio de la realización de la prueba de la norma ASTM D-3359 o con la norma 3.132.01 de PEMEX, apegándose estrictamente a los lineamientos que en ellas se establezcan.

022.A.03.f Muestreo. El muestreo de los materiales a emplearse para formar los recubrimientos anticorrosivos, deberá efectuarse siguiendo los requisitos señalados en las normas NOM U-40, U-41 y U-42.

022.A.03.g Certificación de calidad de los materiales. El Contratista deberá justificar ante el Representante que los materiales que utilizará en la formación de los recubrimientos anticorrosivos, cumplen con estas especificaciones y deberá presentar una serie de ensayes por cada lote de las cantidades que se requieran para ejecutar el recubrimiento de 5000 m^2 de estructura metálica o tubería. En adición, el Representante podrá exigir la realización de una serie complementaria de ensayes, cuando a su juicio la primera presentada no sea representativa de los materiales suministrados en cada lote destinado a cubrir 5000 m^2; también podrá realizar por su parte ensayes de certificación a los materiales suministrados, para comprobar que cumple con las especificaciones señaladas. Los costos que involucren las pruebas de verificación de estas especificaciones correrán a cargo del Contratista.

022.A.03.h Requisitos de manejo e identificación

1. Envasado. Todos los recubrimientos deberán envasarse en recipientes que no sean atacados por ellos. Dichos recipientes podrán ser de lámina o plástico.

2. Transporte. Todos los recubrimientos deberán transportarse y manejarse evitando que los recipientes que los contengan se golpeen o caigan.

3. Almacenamiento. Los recubrimientos anticorrosivos se almacenarán siempre a cubierto, desde el proveedor hasta la utilización en obra.

4. Identificación. Todos los recipientes que contengan productos anticorrosivos se marcarán indicando fecha de fabricación, identificación del lote y tipo de recubrimiento. En casos de recubrimientos formados por dos componentes envasados por separado, se deberá marcar en forma clara y visible el tipo de componente de que se trate, ya que los componentes de los diferentes recubrimientos no pueden mezclarse entre sí.

022.A.03.i Salvo las excepciones que pudiera fijar el proyecto, las pinturas anticorrosivas siguientes: primario de zinc 100 por ciento inorgánico tipo autocurante, primario de alquitrán de hulla-epóxica catalizado, primario vinil epóxico modificado y recubrimiento para altas temperaturas, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.46.1, Parte Primera del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

022.B. PINTURA DE ACABADO

022.B.01 DESCRIPCION

022.B.01.a La pintura de acabado es un producto pigmentado que sirve para recubrir una superficie con fines decorativos y de protección, de acuerdo con lo fijado por el proyecto.

022.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo y pruebas, pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A.02
Pintura de acabado	DDF 5.46.2, Primera Parte
Determinación de materia no volátil, y volátiles totales en pinturas	NOM U-22
Determinación del contenido de pigmento y del contenido de vehículo en pinturas	NOM U-25
Determinación del residuo en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325) en pinturas, recubrimientos y productos afines	NOM U-26
Determinación del grado de molienda en los pigmentos	NOM U-27
Pintura alquidálica para señalamiento de tránsito	NOM U-28
Determinación de la densidad absoluta de pinturas	NOM U-24
Determinación del tiempo de secado al tacto y tiempo de secado duro de los recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-31
Determinación de la viscosidad mediante el viscosímetro Brookfield	NOM U-38
Determinación del poder cubriente relativo en recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-35
Determinación de la compatibilidad de dos capas de recubrimiento	NOM U-39
Determinación de la resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos (método de niebla salina)	NOM D-122
Determinación del contenido de ácidos grasos. Resinas alquidálicas	NOM U-62
Determinación de glicerina, etilén-glicol y pentaeritritol. Resinas alquidálicas	NOM U-63

022.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

022.B.03.a Los requisitos que deberá cumplir la pintura del acabado tipo alquidálico con cromato de zinc para estructura metálica y del tipo epóxico catalizado poliamídico para tubería, serán los establecidos en los párrafos 022.A.03.d a 022.A.03.h de la cláusula anterior.

022.B.03.b La aplicación de la pintura de acabado será en obra y siguiendo las recomendaciones y precauciones establecidas por el fabricante del producto.

022.B.03.c Pintura de acabado en trabes de acero. El producto será un acabado a base de resina alquidálica y pigmentos, y se empleará exclusivamente sobre cualquiera de los siguientes primarios: de minio alquidálico y de cromato de zinc. Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Todas las superficies de aplicación deberán estar perfectamente limpias y libres de óxidos, grasas, aceite u otras impurezas.

2. Se aplicará en lugares bien ventilados, por aspersión o con brocha de pelo. Al aplicar por aspersión o con brocha de pelo la pintura, debidamente homogeneizada sobre la superficie, en condiciones adecuadas de viscosidad, debe presentar buenas características de flujo y/o poder cubriente.

3. El adelgazador recomendado es el nafta, según dosificación recomendada por el fabricante.

4. Estabilidad. El producto que se emplee no deberá formar natas dentro de un recipiente de medio litro, a 3/4 partes de su capacidad, y cerrado herméticamente, en un tiempo de 48 horas mínimo, a

una temperatura ambiente del laboratorio. En almacenamiento, no debe mostrar grumos, formación de gel, asentamiento duro o natas, hasta seis meses en un recipiente de medio litro, a 3/4 partes de su capacidad y cerrado herméticamente.

5. Apariencia. La película aplicada en ambas caras de la estructura metálica, no debe presentar irregularidades tales como: escurrimientos, surcos, poros tipo naranja, grumos, etcétera.

6. La pintura de acabado deberá cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 022-1 y 022-2.

7. Las pruebas químicas por inmersión se efectuarán después de siete días de aplicado el recubrimiento y secado al aire. Al término de las pruebas y después de dos horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento ni pérdida de adhesión. Cualquier indicio de algunas de estas fallas es suficiente para considerar que el recubrimiento no pasa la prueba.

022.B.03.d Manejo e identificación. Deberán ser los indicados en el párrafo 022.A.03.h de este capítulo.

022.B.03.e Certificación de calidad de los materiales. Deberán seguirse los requisitos indicados en el párrafo 022.A.03.g de este capítulo.

022.C PINTURA PARA SEÑALAMIENTO DE TRANSITO (PST)

022.C.01 DESCRIPCION

022.C.01.a Se establecen las especificaciones mínimas de calidad que debe tener la pintura empleada para señalamiento del tránsito, sobre pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico.

022.C.01.b El símbolo PST se refiere a la pintura alquidálica para el señalamiento de tránsito.

022.C.01.c El producto se clasifica en un solo tipo con un solo grado de calidad. Tipo I: pintura alquidálica para señalamiento de tránsito en superficies asfálticas y de concreto hidráulico. Tipo alquidálica con hule clorado.

022.C.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pintura alquidálica para señalamiento de tránsito	NOM U-28
Determinación del tiempo de secado de las pinturas	NOM U-21
Determinación de la elongación en recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-33
Determinación de la densidad absoluta de pinturas	NOM U-24
Determinación de viscosidad empleando el viscosímetro Stormer	NOM K-277
Determinación del grado de molienda de los pigmentos	NOM U-27
Determinación de la resistencia a la abrasión de las pinturas para señalamiento de tránsito	NOM U-20
Pinturas, recubrimientos y productos afines. Determinación de brillo	NOM U-93
Determinación del bióxido de titanio en pigmentos (Método de reducción por aluminio)	NOM U-23
Determinación del contenido de pigmentos amarillos y anaranjados de cromo	NOM U-30
Determinación del hule clorado de la resina en pinturas para señalamiento de tránsito	NOM U-29
Determinación del contenido de pigmento y del contenido de vehículo en pinturas	NOM U-25
Determinación de materia no volátil, y volátiles totales en pinturas	NOM U-22
Determinación del residuo en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325) en pinturas, recubrimientos y productos afines	NOM U-26
Pintura, recubrimientos y productos afines. Determinación de agua libre	NOM U-92
Determinación de la presencia de brea en recubrimientos para protección anticorrosiva	NOM U-36
Pinturas, recubrimientos y productos afines. Muestreo	NOM U-40

022.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

O22.C.03.a Estabilidad en el envase

1. El espécimen de prueba debe permanecer en reposo durante 24 horas en su envase de muestreo original y cerrado herméticamente; sin causar agitación de la pintura, se abre el recipiente y se observa la superficie.

2. A simple vista la superficie de la PST debe presentar un aspecto homogéneo y estar exenta de natas, productos de oxidación, polvos u otras materias extrañas.

3. No debe contener grumos ni sedimentos que afecten su homogeneización después que se efectúe su mezclado manualmente el cual no debe durar más de cinco minutos utilizando una espátula de madera o metálica con dimensiones adecuadas al tamaño del recipiente e introduciéndola hasta el fondo del recipiente.

Tabla 022-1. Requisitos físicos para la pintura de acabado

Características y pruebas físicas	Especificaciones	
	Mínimo	Máximo
Tiempo de secado:		
Al tacto, a un espesor de película seca de 0.0381 mm, en horas	-	4
Secado duro, a un espesor de película seca de 0.0381 mm, en horas	-	24
Estabilidad:		
Envase cerrado, en horas	48	-
Almacenamiento, en días	180	-
Flexibilidad, en porcentaje	12	-
Adherencia, en N (kg)	39.2 (4)	-
Intemperismo acelerado para un ciclo de exposición 102/18 (min); duración, en horas	200	-
Resistencia a la niebla salina, en horas	100	-
Densidad, en g/mℓ:	0.900	1.250
Viscosidad Brookfield LV en cP, según color	300	900
Brillo a 60°	90	-
Grado de molienda, en unidades Hegman	6.0	-
Residuo en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325)	-	1.0
Apariencia	pasa	-
Aplicación por aspersión o brocha de pelo	pasa	-
Poder cubriente, en m^2/ℓ	13	-

4. La pintura puede presentar ligeros sedimentos de fácil incorporación, que deben integrarse, antes de que ésta sea aplicada.

022.C.03.b Estabilidad en almacenamiento. La PST no debe mostrar coágulos, gelamiento, asentamiento duro o natas excesivas cuando sea almacenada hasta seis meses en un recipiente de medio litro a 3/4 partes de su capacidad y cerrado herméticamente. La viscosidad de la PST almacenada, no debe cambiar más de cinco unidades Krebs de la viscosidad original de la PST fresca.

022.C.03.c Color y brillo. El color de la PST, debe ser blanco o amarillo y su brillo debe cumplir con lo especificado en la tabla 022-3. Debe conservarse en el envase durante un tiempo mínimo de seis meses.

022.C.03.d Olor. La PST no debe tener olores anormales y/o desagradables como el del aceite de pescado, el de los compuestos sulfurosos, sulfhídricos, o algún otro aroma similar.

022.C.03.e Aplicación. La PST tal como se recibe, debe tener propiedades satisfactorias de aplicación

Tabla 022-2. Requisitos de composición para la pintura de acabado

Composición	En peso	
	Mínimo	Máximo
Pigmento, en porcentaje	2	30
Vehículo, en porcentaje (Un éster gliceroftálico con contenido de aceites secantes de 52 a 55% y anhídrido ftálico de 28 a 32%, sin modificar)	70	98
Contenido de resina sólida respecto al total, en porcentaje (según color)	30	44
Materia volátil (a cerrar a 100% en cada caso. No debe contener benceno, compuestos clorados o derivados de cloro hidrolizables)	-	-
Brea o derivados, en porcentaje	-	0
Agua no combinada, en porcentaje	-	0.5
Compatibilidad	pasa	

Nota: Las pruebas químicas se realizan por inmersión en agua destilada a temperatura ambiente

con pistola, cuando sea aplicada con equipo convencional con un espesor de película húmeda de 381 micras, excepto cuando se indique otro valor.

022.C.03.f Exudación. La PST no debe ser susceptible de exudarse cuando es aplicada sobre una superficie asfáltica.

022.C.03.g Flexibilidad. La PST no debe presentar a simple vista grietas, escamas o desprendimientos de la película.

022.C.03.h Resistencia al ataque químico

1. Resistencia al agua. La PST no debe ablandarse, ampollarse, perder su adherencia u otra evidencia de deterioro, excepto una ligera pérdida de brillo.

2. Resistencia a la gasolina. A simple vista la PST no debe presentar reblandecimiento, ampollas, fracturas, pérdida de adherencia u otra evidencia de deterioro.

022.C.03.i Poder cubriente. La PST debe tener un poder cubriente tal que al aplicarse sobre la carta de contraste (blanco y negro) con acabado no absorbente, con un espesor de película húmeda de 250 micras, la oculte totalmente o muestre por lo menos una relación de contraste de 0.98 entre la reflectancia de la superficie negra y blanca, cuando se determine con un reflectómetro tipo Hunter o similar.

022.C.03.j La PST deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 022-3.

022.C.03.k La PST debe cumplir con la composición que se indica en la tabla 022-4.

022.C.03.*l* Envasado. La PST se debe envasar en recipientes adecuados que conserven la calidad del producto.

022.C.03.m Marcado. En los recipientes o etiquetas debe indicarse lo siguiente: nombre del fabricante, nombre del producto, contenido en litros y número de lote.

022.C.03.n Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, la pintura alquidálica para señalamiento de tránsito deberá cumplir con los requisitos enunciados en esta Especificación.

022.D PINTURA VINILICA

022.D.01 DESCRIPCION

Se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir las pinturas vinílicas emulsionadas con agua, para superficies de concreto, de mampostería o aplanados con mortero de cal, cemento o yeso.

Tabla 022-3. Requisitos físicos para la pintura para señalamiento de tránsito

Característica	Especificaciones			
	Blanca		Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Tiempo de secado al tacto a la temperatura mínima de 294 K (21°C), y con un espesor de película húmeda de 381 um, en minutos	5	-	5	-
Tiempo de secado, sin levantarse al rodamiento a la temperatura mínima de 294 K (21°C) y con un espesor de película húmeda de 381 um, en minutos	-	30	-	30
Estabilidad:				
Envase cerrado, en horas	24	-	24	-
Almacenamiento, en días	180	-	180	-
Flexibilidad, en porcentaje	9	-	9	-
Flexibilidad en mandril cilíndrico de 0.95 cm	pasa	pasa	pasa	pasa
Densidad absoluta, en kg/dm^3 a 298 K (25°C)	1400	-	1450	-
Grado de molienda en unidades Hegman**	2.0	-	2.0	-
Viscosidad en unidades Krebs a 298 K (25°C)	67	75*	67	75
Aplicación	pasa	-	pasa	-
Resistencia a la abrasión, en kg/mm	200	-	200	-
Poder cubriente	pasa	-	pasa	-
Brillo a 1.483 rad (85°) con espesor de película seca de 125 um, en porcentaje	0	3	0	3

* Se aceptarán hasta 82 unidades Krebs cuando el equipo de aplicación lo permita

** La lectura se tomará inmediatamente después de enrasar

022.D.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la densidad absoluta de pinturas	NOM U-24
Determinación de la viscosidad mediante el viscosímetro Brookfield	NOM U-38
Determinación del grado de molienda en los pigmentos	NOM U-27
Determinación del residuo en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325) en pinturas, recubrimientos y productos afines	NOM U-26
Determinación de materia no volátil, y volátiles totales en pinturas	NOM U-22
Determinación de la compatibilidad de dos capas de recubrimiento	NOM U-39

CONCEPTO	REFERENCIA
Pigmentos. Análisis de silicato de magnesio	NOM U-47
Alquidales modificados. Determinación de resinas vinílicas	NOM U-71
Pinturas, recubrimientos y productos afines. Muestreo	NOM U-40
Aplicación de pinturas vinílicas	PEMEX 3.242.09

022.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

022.D.03.a La temperatura mínima para aplicar la pintura vinílica será de 283 K (10°C).

022.D.03.b Todas las superficies en donde se aplique la pintura deberán estar secas, libres de polvo y sustancias extrañas que impidan la adherencia de la pintura.

022.D.03.c El proyecto señalará la calidad y el tipo de pintura que se aplicará a las superficies, siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto al empleo de las mismas y se podrá seguir la especificación 3.242.09 de PEMEX.

Tabla 022-4. Requisitos de composición para la pintura para señalamiento de tránsito

Característica	Especificaciones			
	Blanca		Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Pigmento: Contenido de titanio, expresado como bióxido de titanio (tipo rutílico), en porcentaje	20	-	-	-
Pigmentos inertes, en porcentaje	-	80	-	82
Amarillo cromo medio de 93 a 97% como cromato de plomo	-	-	18	-
Vehículo: Resina sólida alquidálica media de aceite, en porcentaje de sólidos del vehículo	-	85	-	85
Hule clorado, en porcentaje de sólidos del vehículo	15	-	15	-
Sólidos del vehículo, en porcentaje en peso	35	-	35	-
Pigmentos, porcentaje en partes por peso	50.0	59.0	50.0	59.0
Vehículo, porcentaje en partes por peso	41.0	50.0	41.0	50.0
Materia no volátil, en porcentaje en peso	69.5	-	71.0	-
Volátiles totales, en porcentaje en peso	-	30.5	-	29.0
Residuo en malla NOM F 0.045 (ASTM No. 325)	-	1	-	1
Agua libre, en porcentaje en peso	-	1	-	1
Brea o derivados	No debe contener		No debe contener	

022.D.03.d Cuando así se indique en el proyecto, a las superficies por pintar se les aplicará previamente sellador de la misma preparación con que esté hecha la base de la pintura por aplicar.

022.D.02.e. Salvo excepciones que pudiera fijar el proyecto, se considerarán tres grados de calidad de pintura: A (exclusiva para superficies exteriores); B (para superficies interiores y exteriores); y C (exclusiva para superficies interiores). Los grados de pintura vinílica mencionados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 022-5.

022.D.03.f Requisitos de manejo e identificación. Deberán ser los mencionados en el párrafo 022.A.03.h de este capítulo.

022.D.03.g Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, la pintura vinílica deberá cumplir con los requisitos enunciados en esta Especificación.

022.E RESINAS EPOXICAS

022.E.01 DESCRIPCION

022.E.01.a Las resinas epoxi o etoxilénicas, son poliésteres conteniendo grupos epóxicos en su molécula y separados por sistemas aromáticos y alifáticos, los que a su vez contienen grupos oxhidrilos en su estructura.

022.E.01.b Las resinas epóxicas se usan en pinturas y recubrimientos, construcción, aplicaciones estructurales, tuberías y equipo de plástico reforzado.

022.E.01.c Se puede clasificar a las resinas epóxicas en base a un grado de polimerización, de acuerdo con lo siguiente:

Tipo I: Resinas básicas (líquidas) con cinco grados de calidad (A, B, C, D y E).

Tipo II: Resinas básicas (sólidas) con cuatro grados de calidad (F, G, H e I).

022.E.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para determinar color en líquidos transparentes (Escala de color Gardner)	NOM K-404
Determinación de la viscosidad de los compuestos epóxicos	NOM K-173
Determinación de cloro hidrolizable en resinas epóxicas *líquidas*	*NOM K-219*
Determinación de la densidad de pinturas, barnices, lacas y productos relacionados	NOM U-19
Resinas epóxicas	NOM K-217
Método de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

022.E.03 REQUISITOS DE CALIDAD

022.E.03.a Requisitos del producto

1. Las resinas del Tipo I (resinas básicas, líquidas) deberán cumplir con las especificaciones anotadas en la tabla 022-6.

Tabla 022-5. Pintura vinílica de color blanco

Características	A	B	C
Ti O_2, porcentaje mínimo	16.60	21.40	12.40
Pigmentos inertes, porcentaje máximo	18.50	12.70	26.10
Látex sólido, porcentaje mínimo	15.70	15.40	12.00
Agua y aditivos, porcentaje máximo	49.20	50.50	49.50
Total, en porcentaje	100.00	100.00	100.00
Sólidos por peso, porcentaje mínimo	34.70	32.00	32.00
PVC (contenido de pigmento por volumen), porcentaje máximo	43.44	42.43	56.58
Densidad promedio	1.3-1.4	1.3-1.4	1.3-1.4
Viscosidad determinada en viscosímetro Stomer a 298 K (25°C), en centipoises	80-100	90-100	90-110

2. Las resinas del Tipo II (resinas básicas, sólidas) deben cumplir con las especificaciones anotadas en la tabla 022-7.

022.E.03.b Requisitos del marcado. Las resinas epóxicas tanto líquidas como sólidas, deberán contener los siguientes datos de marcado: nombre o símbolo del fabricante, nombre y marca del producto, peso neto en kilogramos, número del lote de fabricación y precauciones en el manejo.

022.E.03.c Requisitos del empacado, embalaje o envasado

1. Envasado de resinas básicas Tipo I (líquidas): tambores, latas, cubetas, etcétera.

2. Envasado de resinas básicas Tipo II (sólidas): sacos de polipropileno, de papel, cuñetes de cartón, etcétera.

022.E.03.d Bases de aceptación. Salvo que el proyecto modifique los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, las resinas epóxicas deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta Especificación.

Tabla 022-6. Requisitos para las resinas tipo I

Características	Especificaciones				
	A	B	C	D	E
Viscosidad a 298 K (25°C), en cP (Brookfield)	5000-6500	6550-10000	11000-16000	16000-20000	-
Equivalente epoxi (WPE)	187	182-189	185-196	193-208	232-278
Valor epóxico equivalente/100 g	0.535	0.51-0.55	0.51-0.54	0.48-0.52	0.36-0.43
Color Gardner, máximo	2	3	3	3	5
Densidad a 298 K (25°C), en g/cm^3	1.152-1.176	1.152-1.76	1.152-1.176	1.152-1.176	1.164-1.188
Cloro hidrolizable, máximo en porcentaje	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tabla 022-7. Requisitos para las resinas tipo II

Características	Especificaciones			
	F	G	H	I
Viscosidad a 298 K (25°C) (Gardner Holt) 40% en butil carbitol	D-G	R-U	Z-Z_2	Z_2-Z_5
Equivalente epoxi (WPE)	425-550	875-1025	2000-2500	2500-4000
Valor epóxico equivalente/100 g	0.182-0.235	0.097-0.11	0.04-0.05	0.025-0.04
Color Gardner 40% en butil carbitol, máximo	2	2	4	5
Densidad a 298 K (25°C), en g/cm^3	1.176-1.20	1.176-1.20	1.164-1.188	1.164-1.188
Temperatura de fusión, en K (°C) (método Durrans)	338-348 (65-75)	368-378 (95-105)	398-408 (125-135)	418-428 (145-155)

CAPITULO 4. 01. 01. 023

MATERIALES Y PRODUCTOS DE JARDINERIA

023.A TIERRA VEGETAL PARA SIEMBRAS

023.A.01 DESCRIPCION

Tierra vegetal. Capa formada de diversos materiales de origen orgánico que debido a su composición posee aptitudes y cualidades para propiciar el desarrollo de los vegetales. La tierra vegetal puede ser fina, blanda y de estructura desmenuzable.

023.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

023.A.03.a Los materiales serán de las características y calidad que el proyecto y el Representante indiquen en cada caso.

023.A.03.b Se podrán agregar los acondicionadores necesarios para obtener una tierra que cumpla con los requisitos de pH, textura, estructura, etc., exigidos por las especies vegetales que se vayan a plantar.

023.A.03.c En caso de que así lo indique el proyecto se harán las aplicaciones de fungicidas y/o insecticidas en las cantidades que señale el fabricante y autorice el Representante.

023.B DESINFECTANTES PARA TIERRA VEGETAL

023.B.01 DESCRIPCION

023.B.01.a Los desinfectantes para tierra vegetal son los productos y/o materiales químicos que proporcionan características adecuadas de protección contra la contaminación de plagas o larvas de diversos insectos o bacterias que perjudiquen la integridad de las plantas. Los desinfectantes de acuerdo a su uso podrán ser pesticidas o fungicidas.

023.B.01.b Salvo excepciones que pudiera fijar el Representante, podrán usarse los pesticidas que se indican en la tabla 023-1.

023.B.01.c Los fungicidas empleados podrán ser los indicados en la tabla 023-2.

023.B.01.d Los insecticidas deberán ser de una marca comercial reconocida y deberán manejarse en empaques adecuados, con fórmulas exactas y estrictas instrucciones de empleo. El manejo de insecticidas requerirá las precauciones señaladas por el fabricante.

023.C FERTILIZANTES

023.C.01 DESCRIPCION

023.C.01.a Productos orgánicos o inorgánicos que proporcionan al suelo sustancias nutrientes para que éste sea cultivable.

Tabla 023-1. Pesticidas

Pesticida	Uso	N o t a s
Diazinon	Acaros Minadores Araña roja	Rociado; persistente
Bromuphos	Gusanos de alambre, moscas de la raíz y otras plagas del suelo	Sólo en granulado; persistente
Gamma-HCH (Lindano)	Controla muchos insectos del suelo, tallos y hojas	Rociado o polvo; persistente; venenoso

Tabla 023-2. Fungicidas

Fungicida	Uso	N o t a s
Calomelanos	Mosca de la raíz, podredumbre de las raíces	Cloruro de mercurio; venenoso
Dazomet	Podredumbre de las raíces y otras enfermedades del suelo	Persistente; irrita los ojos y la piel
Benomilo	Antracnosis, moho de las hojas, sarna del manzano y el peral	Sistemático; aplicación frecuente
Quintozene	Podredumbre de las plantitas de semillero	Polvo; se aplica al suelo

023.C.01.b Los fertilizantes pueden ser "puros" que facilitan principalmente un nutriente (tal como el sulfato de amoniaco, que contiene nitrógeno) o compuestos formados por nitrógeno, fósforo y potasio. Los inorgánicos pueden ser de acción rápida o de acción lenta.

023.C.01.c Los tres nutrientes principales de las plantas son nitrógeno, fósforo y potasio y se presentan de diversas formas:

1. Fósforo. Puede aplicarse como fosfato cálcico (harina de huesos) pero sólo en suelos ácidos. El superfosfato es una forma comercial apta para todos los suelos.

2. Nitrógeno. Los fertilizantes nitrogenados de acción más rápida son el sulfato amónico y el nitra-

to sódico. Ambos actúan en cuestión de días. El sulfato amónico no debe usarse en suelos ácidos y el nitrato sódico tiende a aumentar la capacidad de retención de agua del suelo, en particular de los arcillosos.

3. Potasio. Conocido como "potasa", su aplicación es sencilla en forma de cenizas de madera. Formas más concentradas son: sulfato potásico (soluble en agua), nitrato potásico y kainita.

023.C.03 REQUISITOS DE CALIDAD

El proyecto y el Representante determinarán las características de los fertilizantes que se vayan a aplicar, incluyendo el muestreo y las pruebas necesarias.

023.D ESPECIES VEGETALES Y SEMILLAS

023.D.01 DESCRIPCION

023.D.01.a Especies vegetales. Comprenden árboles, arbustos, pastos y plantas de ornato utilizadas en jardinería.

023.D.01.b Salvo excepciones que pudiera fijar el Representante, las especies vegetales tales como pastos, rastreras, trepadoras y arbustos se emplearán para controlar la erosión en taludes o bien como elementos de ornato. La plantación de arbustos servirá como barreras antideslumbrantes, ornamentales y/o amortiguadores. La plantación de árboles en zonas adyacentes a una obra vial se limitará únicamente a aquellos puntos que señale el proyecto.

023.D.03 REQUISITOS DE CALIDAD

023.D.03.a El césped o pasto se obtendrá por siembra de semillas, por tepes (bloques de tierra con pasto), por guías o por estacas vivas; se deberá verificar que cuando menos el 90 por ciento de las semillas que vaya a emplearse tenga poder germinativo; se deberán seleccionar los lugares de donde se obtendrán los tepes o bloques de tierra con pasto y se cortarán del grueso y dimensiones que fije el proyecto e indique el Representante; se seleccionarán las plantaciones de donde se obtendrán las guías o estacas y una vez seleccionadas, se podarán para obtener las guías y se cortarán éstas cuando así lo indique el proyecto o el Representante para obtener las estacas.

023.D.03.b Las plantas trepadoras podrán obtenerse:

1. Sembrando la cantidad de semillas que por metro cuadrado ordene el Representante en el lugar por estabilizar.

2. Por estacas vivas plantadas en el lugar por estabilizar en la cantidad que por metro cuadrado ordene el Representante.

023.D.03.c Los árboles y arbustos serán vivos, sanos y libres de plagas, y no deben presentar daños ocasionados por el transporte o manejo. El proyecto y el Representante indicarán la clase y tipo de árboles y arbustos que se utilizarán.

023.D.03.d Transporte de especies vegetales. La extracción y el transporte de las especies vegetales se harán con las precauciones y protecciones que ordene el Representante, para evitar que se produzca cualquier tipo de daño.

023.E AGUA PARA RIEGO

023.E.01 DESCRIPCION

El agua que se utilice en la plantación y conservación de especies vegetales deberá ser agua residual tratada o de las características que apruebe el Representante.

023.F ELEMENTOS DE ORNATO EN JARDINES

023.F.01 DESCRIPCION

023.F.01.a Los elementos de ornato son aquellos materiales que se destinan como adornos y trabajos auxiliares para una mejor vista en jardines.

023.F.01.b Salvo indicación en contrario, los elementos de ornato podrán ser los siguientes:

1. Arriates.
2. Bordillos.
3. Guarniciones.
4. Fuentes ornamentales.
5. Cisternas.
6. Espejos de agua.
7. Tierras de colores.
8. Piedra de río.
9. Troncos de árboles.
10. Monumentos.

023.F.03 REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales necesarios para la construcción y colocación de elementos de ornato en jardines serán de las características y calidad que el proyecto y el Representante indiquen en cada caso.

CAPITULO 4. 01. 01. 024

LODOS BENTONICOS Y COMPONENTES

024.A LODOS BENTONITICOS

024.A.01 DESCRIPCION

024.A.01.a Bentonita. Arcilla montmorilonítica de alto poder de hidratación, de estructura suelta, cuyas partículas son de tamaño coloidal (menor de 0.2 micras), con una relación silicio-alúmina que varía de 3 a 5. La bentonita puede ser sódica, que es un material que se produce industrialmente a partir del mineral de arcilla natural, mediante un proceso de molienda y depuración o bentonita cálcica, la cual no es empleada en la elaboración de lodos bentoníticos debido a que reacciona químicamente con el cemento.

024.A.01.b Lodos bentoníticos. Suspensión estable de bentonita sódica con agua, de tipo tixotrópico por presentar resistencia al corte en reposo y no presentarla cuando está en movimiento. Se dice que actúa como gel cuando está en reposo y sol cuando está en movimiento; el paso de sol a gel es reversible. Los lodos bentoníticos se emplean para estabilizar las paredes de excavaciones.

024.A.01.c Costra ("Cake"). Película de pequeño espesor constituida por moléculas de lodo que se forma en la frontera lodo-suelo y forma una membrana impermeable y resistente. Esta capa se produce debido a la tixotropía del lodo al pasar de sol a gel y a las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se generan entre el lodo y suelo.

024.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Agua para concreto	4.01.01.002.C
Método de prueba para la determinación de humedad en materiales que no se descomponen a temperaturas de 110°C o menores	NOM K-68
Método de prueba para la determinación de granulometría de la barita por vía húmeda	NOM R-65
Método de prueba para la determinación de viscosidad plástica y punto de cedencia de bentonitas	NOM R-66
Método de prueba para la determinación del filtrado	NOM R-67
Bentonitas para fluidos de perforación y terminación de pozos petrolíferos	NOM R-69
Exploración y muestreo de suelos para cimentaciones de obra civil	PEMEX 2.214.05

024.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

024.A.03.a Materiales

1. La bentonita empleada en los lodos bentoníticos deberá ser sódica, en polvo con partículas de tamaño menor de 0.2 micras y deberá cumplir con lo establecido en la tabla 024-1.

2. El agua empleada en la elaboración de los lodos bentoníticos podrá ser:

   2.1 La que cumpla con los requisitos establecidos en 4.01.01.002.C.

   2.2 Aguas tratadas o similares siempre y cuando el Representante autorice su empleo, con base en estudios comparativos entre el agua tratada y otra de calidad reconocida y se hayan obtenido resultados satisfactorios.

3. Los lodos bentoníticos se deberán sujetar a lo siguiente:

   3.1 El lodo deberá formar una película impermeable en la frontera con el suelo.

   3.2 En el lodo no deberá haber sedimentación o floculación de las partículas de bentonita y deberá ser capaz de aceptar que se le añada un material inerte de más peso, sin que se sedimente la bentonita.

   3.3 Para que el lodo tenga una mayor densidad, se le añadirá barita, en la proporción que señale el proyecto y apruebe el Representante.

   3.4 Los lodos bentoníticos deberán tener una mayor densidad que la del agua y cumplir con lo establecido en la tabla 024-2.

4. Los aditivos se usarán principalmente cuando haya presencia de aguas saladas. Los aditivos más usuales son polisulfatos, taninos, lignitos y lignosulfatos; el proyecto determinará cuándo y en qué proporción se emplearán los aditivos.

024.A.03.b Elaboración y mezclado

1. La proporción agua-bentonita será aquélla que cumpla con los requisitos de la tabla 024-2.

2. Mezclado. El tanque de mezclado tendrá una capacidad de 5 m^3 y contará con una tolva y aspas

Tabla 024-1. Requisitos de la bentonita

Concepto	Especificación
Viscosidad plástica en $N \cdot s/m^2$ (centipoises), mínimo	0.008 (8.0)
Filtrado, en cm^3, máximo	14.0
Finura, porcentaje que pasa la malla de 0.074 mm (NOM F 0.075; ASTM No. 200), mínimo	97
Humedad, porcentaje máximo	10

Tabla 024-2. Requisitos para los lodos bentoníticos

Concepto	Valores especificados
Viscosidad plástica, en $N \cdot s/m^2$ (centipoises)	Entre 0.010 y 0.015 (10 y 15)
Límites de fluencia, en kg/m^2 (lb/ft^2)	Entre 0.24 y 1.22 (0.05 y 0.25)
Viscosidad Marsh, en segundos	55
Contenido de arena, en porcentaje máximo	3.5
Volumen de agua filtrada, en cm^3, máximo	25
Densidad, en g/cm^3	Entre 1.03 y 1.07
Espesor de la costra (cake), en mm	Entre 1.0 y 2.0
Potencial de hidrógeno (pH)	Entre 7 y 10

accionadas por un motor de baja velocidad. A medida que se introduzca la bentonita en la tolva se iniciará el mezclado cuya duración mínima será de treinta minutos.

3. Control de mezclado. Para que se pueda continuar con el proceso de elaboración de un lodo, éste deberá cumplir con los requisitos de viscosidad y densidad ya señalados. En caso de que no cumpla con los requisitos, el lodo se puede volver a mezclar adicionándole agua o bentonita.

024.A.03.c Limpieza. Los tanques deberán limpiarse periódicamente cuando el sistema no esté operando; lo mismo se hará con la tolva de la mezcladora.

024.A.03.d Empaque de la bentonita. La bentonita será envasada en sacos de papel con forro de plástico interior; cada saco tendrá una capacidad de 50 kg con una tolerancia de $\pm$ 750 gramos.

024.A.03.e Almacenamiento

1. La bentonita deberá almacenarse en un lugar donde esté protegida contra la lluvia, humedad, evaporación y demás agentes atmosféricos, así como contra la contaminación con polvo y arena.

2. Los lodos bentoníticos estarán almacenados en tres tanques de reposo distribuidos de la siguiente forma: un tanque que contendrá un lodo que ya ha cumplido con el periodo de reposo (ocho horas mínimo) y que esté en posibilidades de ser distribuido; un tanque cuyo lodo esté en proceso de reposo; y finalmente, un tanque que se esté llenando.

024.A.03.f Muestreo

1. Muestras en sacos de bentonita. Para la bentonita se tomará un saco al azar por cada 100 que se vayan a emplear.

2. Para efectuar el muestreo en el lodo bentonítico se deberá hacer lo siguiente:

   2.1 Se mezclará agua potable limpia de impurezas con bentonita (sódica); el peso de partida de la bentonita será del orden del 5 a 6 por ciento con respecto al peso del agua de mezclado o el que señale el fabricante, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones de la tabla 024-2. La mezcla se realizará de manera que se logre una distribución completa y uniforme de las partículas de bentonita en el agua. Esta mezcla deberá dejarse en reposo por un periodo de ocho horas.

   2.2 Una vez hecho lo anterior, el muestreo se llevará a cabo con un recipiente capaz de tomar muestras a diferentes profundidades del tanque o lugar de almacenamiento. Las muestras analizadas a cada profundidad del tanque deben presentar resultados similares entre sí y además satisfacer los requisitos de calidad.

024.A.03.g Bases de aceptación

1. Si el contenido de arena es menor del 3 por ciento en peso, el lodo bentonítico pasará directamente al tanque de reposo; en caso de que el contenido sea mayor al 3 por ciento en peso, el lodo se recirculará para volverlo a desarenar hasta que quede dentro del límite especificado.

2. El número de usos que se le dé al lodo bentonítico estará limitado al cumplimiento de los requisitos de calidad, por lo que el lodo bentonítico que no cumpla con los requisitos deberá desecharse y utilizarse otro nuevo.

3. Durante su utilización para construir muros colados en sitio deberá efectuarse un control de las propiedades del lodo bentonítico; este control consistirá en efectuar las pruebas necesarias para confirmar que sus propiedades cumplen con los límites especificados. Se llevarán a cabo cuando menos dos pruebas de lodo por cada tablero, la primera al vaciar el lodo en la zanja al iniciar la excavación y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo. Si los resultados de las pruebas del lodo indican que no se cumple con algunas de las propiedades especificadas, el lodo deberá recircularse desde la zanja hasta la batería de los hidrociclones desarenadores. Es conveniente que en caso de ser necesaria esta recirculación se cuente con las instalaciones necesarias (toma y descarga) para mantener en funcionamiento continuo la batería de hidrociclones durante todo el proceso de recirculación.

024.A.03.h Pruebas en la bentonita. Para efectuar la comprobación de los requisitos de las bentonitas se tomará de la muestra escogida una cantidad de 32 g y se mezclará en 500 cm^3 de agua destilada en la siguiente forma:

1. Agitación: 20 minutos

2. Reposo: 16 horas

3. Agitación: 5 minutos

4. Ejecución inmediata de las pruebas

024.A.03.i Bases de aceptación. Salvo que el proyecto autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo y pruebas, los lodos bentoníticos deberán cumplir con los requisitos enunciados en esta especificación.

CAPITULO 4. 01. 01. 025

PRODUCTOS PARA INYECCION DE SUELOS

025.A MEZCLAS PARA INYECCION

025.A.01 DESCRIPCION

025.A.01.a Lechada de cemento. Mezcla de consistencia líquida cuyos constituyentes son cemento y agua, la cual al secarse forma un sello. Se emplea como producto de inyección para impermeabilizar y consolidar algunos tipos de suelos.

025.A.01.b Mortero. Mezcla de agregado fino, cemento y agua que endurece adquiriendo características de resistencia previamente establecidas, la cual puede emplearse como producto para inyectarse en el subsuelo.

025.A.01.c Lechada con bentonita. Mezcla a base de cemento, agua y bentonita, la cual se emplea para eliminar filtraciones en estructuras subterráneas o para rellenar vacíos existentes entre los revestimientos de túneles y el subsuelo.

025.A.01.d Mortero con bentonita. Mezcla a base de cemento, agua, arena y bentonita, la cual se emplea para inyección en suelos y para rellenar huecos en función del proporcionamiento, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

025.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D
Lodos bentoníticos	4.01.01.024.A
Productos químicos	4.01.01.025.B

025.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

025.A.03.a Requisitos de los materiales

1. El cemento Portland empleado podrá ser del tipo I, III o puzolánico, según lo especifique el proyecto, y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.002.A de estas especificaciones.

2. La arena empleada en la elaboración de las mezclas para inyección, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.002.B de estas especificaciones.

3. Los aditivos acelerantes empleados en las mezclas para inyección, deberán cumplir con los requisitos correspondientes establecidos en la cláusula 4.01.01.022.D de estas especificaciones.

4. La bentonita empleada en las mezclas para inyección, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la cláusula 4.01.01.024.A de estas especificaciones.

025.A.03.b Salvo excepciones que fije el proyecto, las mezclas de lechada con bentonitas deberán cumplir el proporcionamiento siguiente:

1. Cuando se empleen para eliminar las filtraciones en las lumbreras y como relleno entre el revestimiento primario y definitivo de túneles (hasta 4.0 m³ de inyección):

Agua-cemento	2:1 en peso de cemento.
Bentonita	3 por ciento máximo en peso del agua.
Aditivo acelerante	2 a 4 por ciento en peso del cemento.

2. Cuando se empleen para eliminar las filtraciones en muros de concreto colados en sitio:

Agua-cemento	2:1 o 1:1 en peso de cemento
Bentonita	3 al 5 por ciento en peso del agua.
Aditivo acelerante	2 al 5 por ciento en peso del cemento.

025.A.03.c Salvo excepciones que señale el proyecto, las mezclas de mortero con bentonita deberán cumplir con el proporcionamiento siguiente:

1. Cuando se empleen como relleno entre el revestimiento primario y el definitivo de túneles (mayor de 4.0 m³ de inyección):

Agua-cemento	2.1 en peso de cemento.
Bentonita	3 por ciento máximo en peso del agua.
Arena	25 por ciento máximo en peso del cemento.
Aditivo acelerante	3 por ciento máximo en peso del cemento.

2. Cuando se empleen para eliminar las filtraciones en muros de concreto colados en sitio:

Agua-cemento	1.5:1 en peso del cemento.

Bentonita	1 a 5 por ciento en peso del agua.
Arena	25 por ciento en peso del cemento.

025.B PRODUCTOS QUIMICOS

025.B.01 DESCRIPCION

Productos químicos. Compuestos inorgánicos que al mezclarse con el agua adquieren una viscosidad semejante a la de ella, por lo que puede decirse que penetran en los mismos medios en donde lo puede hacer ésta.

025.B.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para la determinación de sílice en silicato de sodio	NOM K-246
Método de prueba para la determinación de cloruros de ácido nítrico	NOM K-249
Método de prueba para la determinación de óxido de sodio o potasio en silicatos de sodio o potasio	NOM K-240
Método de prueba para la determinación de cloruros en soluciones neutras o ácidas	NOM K-101
Método de prueba para la determinación de cloruros en carbonato de sodio	NOM K-255
Método de prueba para la determinación del material insoluble en agua, en silicatos de sodio o potasio	NOM K-276
Método de prueba para la determinación de viscosidad plástica y punto de cedencia de bentonitas	NOM R-66
Bentonitas para fluidos de perforación y terminación de pozos petrolíferos	NOM R-69
Exploración y muestreo de suelos para cimentaciones de obra civil	PEMEX 2.214.05

025.B.03 REQUISITOS DE CALIDAD

025.B.03.a El proyecto indicará la calidad y/o el tipo de producto químico que se integre a la mezcla para inyección.

025.B.03.b Los aditivos o productos químicos, podrán ser silicato de sodio y aluminato de sodio, silicato de sodio y cloruro de sodio, polisulfatos, taninos, lignitos y lignosulfatos, los cuales se consiguen bajo diferentes nombres comerciales.

1. Solamente deberán emplearse productos químicos en su forma de presentación natural que permanezcan en condiciones estables por un lapso no menor de seis meses, que no requieran de un ambiente de temperatura y/o humedad controlado para su conservación y que tengan envases adecuados para resistir sin deterioro alguno el tratamiento al que normalmente se les somete en las obras al manejarlos y almacenarlos.

2. Para los productos químicos cuya presentación natural sea en forma sólida, podrá permitirse el uso de envases que no sean rígidos, pero deberá requerirse que suministren protección adecuada contra la humedad.

   Asimismo, se requerirá el claro señalamiento de precaución para su manejo, preparación y dosificación.

3. Los productos químicos cuya presentación natural sea en forma líquida, deberán entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes, de volumen conocido.

025.B.03.d Marcado. Cada envase deberá tener los siguientes datos: nombre y tipo de producto, cantidad, precauciones durante el manejo y otros requisitos necesarios para su adecuado empleo.

CAPITULO 4. 01. 01. 026

PRODUCTOS Y MATERIALES PARA ADHESIVOS

026.A ADHESIVOS

026.A.01 DESCRIPCION

Son sustancias que se emplean para unir por contacto diversos materiales de construcción.

026.A.02 REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo y pruebas de materiales	SCT, Tomo V Cap 26
Método de prueba para pinturas y derivados	SCT, Tomo IX, Cap 16
Resinas epóxicas	4.01.01.022.E

026.A.03 REQUISITOS DE CALIDAD

026.A.03.a Adhesivo a base de acetato de polivinilo. Utilizado principalmente para ensamblar materiales de tipo poroso como madera, papel, cartón, triplay, etc.; deberá tener las siguientes características:

1. Viscosidad Brookfield a 298 K (25°C) 10 000-18 000 centipoises
2. Sólidos 49-51 por ciento, en peso
3. Densidad 1.07 g/cm³

026.A.03.b Adhesivo a base de hules, resinas y disolventes. Utilizado principalmente para pegar plásticos laminados decorativos a madera, metal, triplay, hule, fieltro, cueros, etc., deberá tener las siguientes características:

1. Viscosidad. Método STP con balín de 9.5 mm de diámetro a 298 K (25°C) 18 s
2. Sólidos 27-29 por ciento, en peso
3. Densidad 1.20 g/cm³

026.A.03.c Adhesivo a base de hules, resinas y disolventes. Utilizado para pegar madera, triplay, hule, etc., cuando los sustratos unidos no están sometidos a temperaturas superiores a la ambiental (± 298 K o 25°C). Sus características serán las siguientes:

1. Viscosidad. Método STP con balín de 9.5 mm de diámetro a 298 K (25°C) 22 a 24 s
2. Sólidos 25 por ciento, en peso
3. Densidad 0.94 g/cm³

026.A.03.d Adhesivos a base de hules, resinas y disolventes, utilizados para pegar empaques de hule a objetos de hule sintético o natural. Tendrán las siguientes características:

1. Viscosidad. Método STP con balín de 9.5 mm de diámetro a 298 K (25°C) 22 a 24 s
2. Sólidos 23-26 por ciento, en peso
3. Densidad 0.90-0.92 g/cm³

026.A.03.e El tipo de adhesivo y su composición química, así como las características de consistencia, rapidez de endurecimiento, resistencia mecánica, durabilidad y demás propiedades, serán especificadas por el proyecto en cada caso.

026.A.03.f Pruebas. En cada caso, el proyecto establecerá los requisitos que deberán cumplir, entre los que se indican a continuación:

1. Peso por unidad de área de contacto.
2. Resistencia al esfuerzo cortante.
3. Resistencia a la flexión.
4. Resistencia al impacto.
5. Propiedades tiempo-resistencia.
6. Prueba de consistencia.
7. Resistencia a los agentes químicos.
8. Efectos de la humedad y la temperatura.
9. Intemperismo acelerado en autoclave.
10. Resistencia al envejecimiento.
11. Durabilidad.
12. Resistencia al desprendimiento.
13. Contaminación bacterial.
14. Prueba de las propiedades eléctricas.
15. Pruebas especiales que requiera el proyecto y que ordene el Representante.

026.A.03.g El muestreo y los ensayes están indicados en los capítulos 26 del tomo V y 17 del tomo IX de las Normas de Construcción de la SCT.

026.A.03.h Manejo y almacenamiento

1. Solamente deberán emplearse productos que en su forma de presentación natural permanezcan en condiciones estables por un lapso no menor de seis meses, que no requieran de un ambienten de temperatura y/o humedad controlado para su conservación y que tengan envases adecuados para resistir sin deterioro alguno el tratamiento a que normalmente se somete en las obras al manejarlos y almacenarlos.

2. Para los productos cuya presentación natural sea en forma sólida, podrá permitirse el uso de envases que no sean rígidos, pero deberá requerirse que suministren protección adecuada contra la humedad. Asimismo, se requerirá el claro señalamiento de precaución para su manejo, preparación y dosificación.

3. Los adhesivos cuya presentación natural sea en forma líquida, deberán entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes, de volumen conocido.

026.A.03.i Marcado. Cada envase deberá tener los siguientes datos: nombre y tipo del producto, cantidad, precauciones durante el manejo y otros requisitos necesarios para su adecuado empleo.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. A

BALASTO

001.A.01 BALASTO

001.A.01.a DESCRIPCION

El balasto es el producto de la selección y trituración de rocas sanas obtenidas de bancos de material, que se colocará en las vías del Metro de la Ciudad de México; las funciones principales del balasto son las siguientes:

1. Asegurar la repartición de las cargas que transmiten los durmientes, hacia la losa o plataforma que constituya la cimentación del sistema de vía.
2. Impedir el desplazamiento de los elementos de la vía.
3. Asegurar el fácil drenaje de las aguas infiltradas.
4. Amortiguar las vibraciones producidas por el paso de los trenes.
5. Permitir la rápida renivelación de la vía.

El balasto como material de construcción de las vías del Metro se utiliza en las líneas en las que, debido al proceso de consolidación de los materiales del subsuelo, se tenga la necesidad de realizar nivelaciones periódicas de la vía.

001.A.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo de agregados	NOM C-30
Método de prueba para determinar terrones de arcilla en agregados naturales	NOM C-71
Método de prueba para determinación de partículas ligeras en los agregados	NOM C-72
Método de prueba para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos	NOM C-77
Método de prueba para determinar por medio de lavado de materiales que pasan la malla de 0.075 mm (NOM F 0.075; ASTM No. 200)	NOM C-84
Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso	NOM C-164
Resistencia a la abrasión de agregado grueso usando la máquina de Los Angeles	NOM C-196

001.A.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

El balasto deberá cumplir con los requisitos físicos establecidos en las tablas 001-1 y 001-2.

Las partículas resultantes de la trituración deberán ser angulosas y tener superficies rugosas para proporcionar una mayor trabazón.

001.A.01.c.01 Muestreo

1. Obtención de las muestras en el banco

   1.1 Para la aprobación se tomará una muestra representativa del material, formada por muestras tomadas de varios sitios del material al cual se quiera certificar, hasta tener en total una muestra compuesta de 150 kg como mínimo.

   1.2 Las tomas se harán sobre apilados, o si el cargamento se efectúa directamente a la salida de la trituradora, debajo de la tolva de cargamento o sobre el camión o vagón.

   Las tomas de muestras selectivas, se efectuarán en presencia del Representante y del Contratista.

   1.3 Las muestras tomadas en el banco serán guardadas y selladas en paquetes impermeables y se enviarán para su estudio al laboratorio; llevarán las siguientes indicaciones:

   — Fecha de muestreo.

   — Tipo de material.

   — Procedencia y localización del banco.

   — Nombre del empresario.

   — Nombre y firma del Representante.

2. Obtención de muestras por medios mecánicos del balasto colocado en la vía

   2.1 En cada sitio de muestreo se colectarán no menos de 20 kg de balasto, tomados del espesor total de la capa o capas por analizar y cubriendo el área que resulte necesaria para colocar la cantidad antes señalada.

   2.2 Cada muestra será guardada en un paquete sellado y hermético para ser enviada al laboratorio y deberá llevar las siguientes indicaciones:

   — Fecha de muestreo.

   — Línea.

Tabla 001-1. Requisitos físicos

Características	En banco	Colocado
Abrasión del material mediante la prueba "Los Angeles" porcentaje máximo	28.0	37.0
Pérdida por lavado en malla No. 200, porcentaje máximo	1.5	3.0
Elementos arcillosos, porcentaje máximo	0.5	0.5
Partículas ligeras, porcentaje máximo	5.0	5.0

Tabla 001-2. Granulometría

Requisito	Dimensiones de las mallas con abertura cuadrada				
	ASTM	**2 ¾"**	**2 ¼"**	**1"**	**½"**
	NOM	**70 mm**	**57 mm**	**25 mm**	**13 mm**
	Porcentaje retenido acumulado				
Granulometría del balasto en banco	——	0	0-5	93-100	98-100
Granulometría del balasto colocado	——	0	0-5	80-100	99-100

— Vía.

— Cadenamiento.

— Distancia al muro lateral o gálibo.

— Capa a que corresponda: primera o total.

— Espesor de la capa muestreada.

— Nombre y firma del responsable del muestreo.

En ningún caso deberá muestrearse en forma aislada la segunda capa.

001.A.01.c.02 Pruebas

Los métodos de prueba se llevarán a cabo de acuerdo con los procedimientos de las normas de referencia citados en 001.A.02 de esta Especificación.

001.A.01.c.03 Bases de aceptación

La aceptación del material seleccionado como balasto para las vías del Metro de México, deberá cumplir los requisitos de calidad marcados en esta Especificación, durante todo el tiempo que dure el suministro y colocación, salvo que el proyecto o el Representante indiquen lo contrario.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. B

DURMIENTES

001.B.01 DURMIENTES DE MADERA

001.B.01.a DESCRIPCION

Son elementos de forma rectangular, fabricados a partir de troncos de árboles sanos y vivos, que deben cumplir con ciertas características para proporcionar un adecuado soporte a las vías del Metro de la Ciudad de México.

Los durmientes de madera de acuerdo con su posición en la vía se clasifican en:

1. Durmientes ordinarios: Los que soportan, además de los rieles, a las pistas metálicas para rodamiento.

2. Durmientes para soporte de aislador. Los que reciben a los aisladores que sirven de soporte a las barra guía y además, a los rieles y las pistas metálicas.

3. Durmientes especiales. Los que se destinan para fijar los aparatos de vía y para condiciones especiales de las vías, de acuerdo con lo establecido en 4.02.01.001.B.03.

Los durmientes de madera son utilizados para equipar las vías del Metro con la finalidad de transmitir las cargas impuestas por los trenes a su paso y mantener la alineación de los rieles y las pistas metálicas que conforman el sistema de vía.

001.B.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Durmientes y piezas de madera para los aparatos de vía	4.02.01.001.B.03
Madera. Terminología	AFNOR NF B-50-002
Términos de control estadístico	AFNOR NF X-05-020 AFNOR NF X-05-030

001.B.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.B.01.c.01 Requisitos del material

1. Las maderas deben provenir de árboles sanos y vivos que no tengan más de un mes de talados, los cuales deben ser de buena calidad, de fibras duras y compactas de filamento recto, sin albura y sin corazón o con resto de éste, si el diámetro es menor de 8 centímetros.

2. A todos los árboles se les debe quitar la corteza y su albura antes de entrar al aserradero; además, deben estar exentos de defectos tales como acebolladuras, nudos defectuosos, fibras torcidas, principios de rotura transversal, grietas en general, agujeros producidos por insectos, gusanos o podredumbre, los cuales pueden afectar su resistencia o su conservación. Antes del aserrado se admiten las marcas de albura que pudieran quedar después de la preparación de los maderos, así como también las resquebrajaduras producto de la desecación de la madera.

3. Todos los nudos sanos son autorizados.

4. En la parte central del durmiente, en una longitud de 1.20 m, serán admitidos los siguientes defectos de sanidad:

   — Pequeños nudos podridos de 15 mm de diámetro y 3 cm de profundidad.

   — Ocho nudos medianos podridos de 16 a 25 mm de diámetro y 3 cm de profundidad.

001.B.01.c.02 Dimensiones

1. Los durmientes ordinarios (O) tendrán 0.24 x 0.14 m y 2.60 m de largo (fig 001-1a).

2. Los durmientes para soportes de aisladores (S) tendrán 0.26 x 0.15 m y 2.70 m de largo (fig 001-1b).

3. Los durmientes especiales serán de 0.26 x 0.15 m y su longitud será variable entre 2.60 y 6.00 m, dependiendo del proyecto.

001.B.01.c.03 Tolerancias

Serán las indicadas en la tabla 001-3.

Tabla 001-3. Tolerancias

Dimensión	Tolerancias de durmientes tipo	
	Ordinario mm	Para aislador y especiales mm
Largo	+ 30, − 0	+ 30, − 0
Ancho	+ 20, − 0	+ 0, − 10
Espesor	+ 5, − 5	+ 15, − 15

Para todos los durmientes, el defecto de escuadrado de los extremos en los planos vertical y horizontal no debe ser superior a 20 milímetros.

001.B.01.c.04 Acabado

1. Las caras superior e inferior deben ser planas y paralelas. La flecha tolerada sobre estas caras, en el sentido de la longitud no debe sobrepasar 12 milímetros.

2. Una ligera curvatura de las caras laterales de los durmientes está permitida, a condición de que la flecha no sobrepase 26 milímetros.

3. La cara inferior de los durmientes debe tener aristas vivas. Se admitirán defectos en las aristas de la cara superior a condición de que su ancho no exceda de 50 mm. El ancho de las costeras se mide después de quitar la corteza y su líber.

4. Las grietas admisibles se indican en la tabla 001-4.

Tabla 001-4. Grietas admisibles

Tipo de grietas admisibles	**Tipo de durmientes**			
	Ordinarios y especiales		**Soportes de aisladores**	
	Largos admisibles de grietas		**Largos admisibles de grietas**	
	Para 6 meses de secado	**Después de 6 meses y hasta 10 meses de secado**	**Para 6 meses de secado**	**Después de 6 meses y hasta 10 meses de secado**
Grietas importantes descubiertas partiendo de una cara del durmiente: — Una sola grieta atravesando todo el espesor del durmiente — Grietas profundas continuas abiertas, al menos de 3 mm desde la superficie hasta el semiespesor del durmiente	8 cm	16 cm	5 cm	11 cm
Grietas menos importantes descubiertas en la parte central de los durmientes: — Grietas profundas abiertas desde la superficie hasta 4 cm de profundidad	40 cm	80 cm	40 cm	80 cm
	Largos centrados con respecto al eje transversal del durmiente			
Grietas poco importantes descubiertas sobre todas las caras	Todas las grietas superficiales y todas las hendiduras que presentan un carácter discontinuo están permitidas			

Nota: No se admitirá ninguna grieta que se presente siguiendo las capas concéntricas de crecimiento anual (grieta anular) con extensión superior a 7 cm; lo mismo ocurrirá con las grietas transversales a los anillos de crecimiento (grieta radial) que tengan más de 7 cm contados en la menor sección del durmiente.

001.B.01.c.05 Almacenamiento

Los durmientes deben estar cuidadosamente apilados en criba, aislados del suelo, de tal manera que el aire pueda circular convenientemente entre todas las piezas; esto se debe hacer desde que salen del aserradero y durante su permanencia en los patios, estaciones o andenes.

Las pilas de durmientes serán protegidas contra el sol y la lluvia por un techado que tenga un buen aislamiento térmico. Se prohiben techados de lámina galvanizada y de fibra de vidrio.

Para evitar que se agrieten, los durmientes recibirán antes de su entrega, en sus dos extremos sobre una extensión de por lo menos 5 cm, una carga de un producto del tipo aprobado por el proyecto que restrinja la desecación y del cual el Representante deberá precisar el origen y calidad.

Los durmientes deberán enviarse sólo después de un periodo de secado de seis meses como mínimo.

Durante el periodo de secado, el proveedor deberá consolidar, en tiempo útil, y por su cuenta los durmientes que presenten grietas.

Antes de su consolidación con grapas en forma de "S", los durmientes deberán, si es necesario, ser apretados con la prensa.

001.B.01.c.06 Identificación

Se hará en todas las piezas, las cuales llevarán acuñadas las identificaciones siguientes:

En cada uno de los extremos:

— Marca del proveedor.

— Letra de referencia que indica el tipo de durmiente ("O" para durmientte ordinario y "S" para durmiente soporte de aislador).

En uno de los extremos:

— Fecha de expedición (número de la semana y las dos últimas cifras del año de fabricación).

001.B.01.c.07 Muestreo y pruebas

1. *Muestreo.* Las piezas serán agrupadas en lotes que comprendan sólo piezas de las mismas dimensiones nominales y que han sido sometidas al mismo tiempo de secado. Cada lote será sometido a un control estadístico de recepción según el plan de muestreo "simple al azar" que se presenta a continuación:

Número de piezas en el lote	**Número de piezas en la muestra**	**Criterio de aceptación (1) (número de piezas no conformes)**	**Criterio de rechazo (2) (número de piezas no conformes)**
De 151 a 280	13	0	1
De 281 a 500	32	1	2
De 501 a 1200	50	2	3
De 1201 a 3200	80	3	4
De 3201 a 10000	125	5	6
De 10001 a 35000	200	7	8

(1) Número máximo de piezas malas para justificar la aceptación del lote.
(2) Número mínimo de piezas malas que justifica el rechazo del lote.

Para la definición de los términos de control se podrán consultar las normas francesas X-05-020 y X-05-030.

Para los lotes con menos de 151 piezas, el Representante efectuará un control unitario de cada una de ellas.

2. ***Pruebas.*** El Representante se encargará de hacer una verificación del aspecto, dimensiones, control del tipo de la madera y cualquier tipo de prueba que se juzgue necesario por el proyecto.

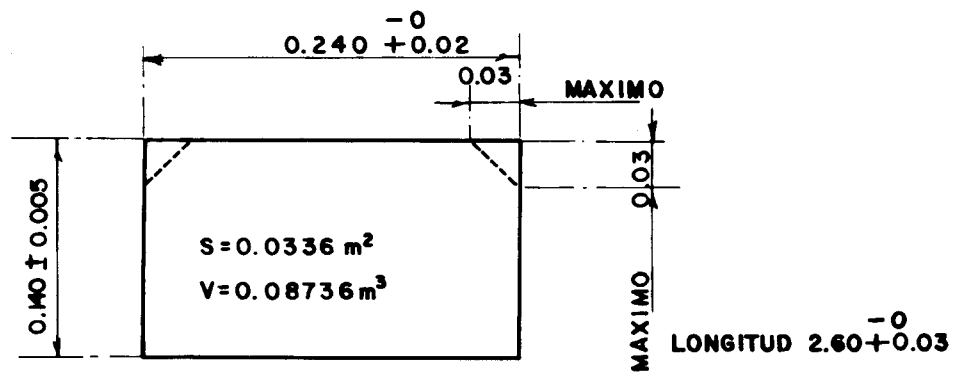
001.B.01.c.08 Bases de aceptación

1. Para los durmientes ordinarios y durmientes para aisladores, no se autorizará ningún nudo podrido sobre un tramo de 0.700 m de largo a partir de los extremos.

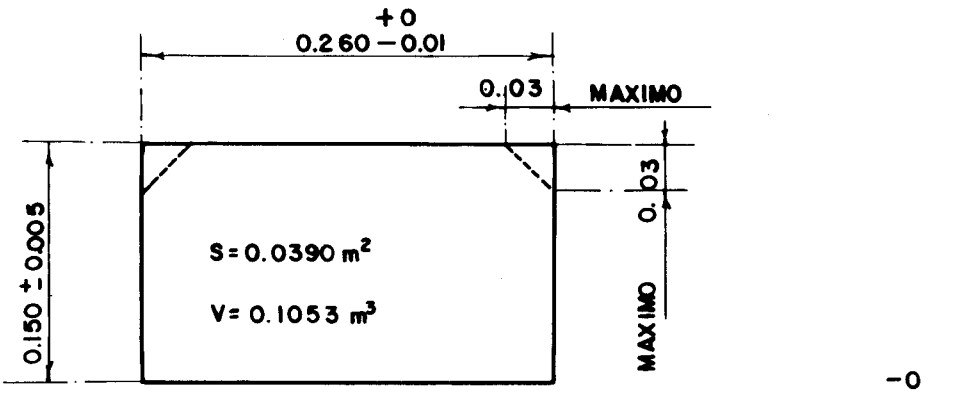
2. En los durmientes para aparatos de vía se permitirán, sobre la longitud, cuatro nudos podridos como máximo, distantes entre sí 0.40 m como mínimo.

3. Cada lote debe satisfacer las condiciones exigidas por el plan de muestreo. En caso contrario será rechazado; además, ningún lote deberá presentar durmientes con una grieta anular, radial y mucho menos grietas mixtas (combinación de ambas).

Si esta sola condición falla, el lote presentado es rechazado.



a) Ordinarios (O)



b) Soporte de aisladores (S)

ACOTACIONES, EN m

Fig 001-1 Durmientes de madera

001.B.02 DURMIENTES DE CONCRETO REFORZADO TIPO BIBLOCK

001.B.02.a DESCRIPCION

Son elementos mixtos compuestos por dos bloques de concreto reforzado unidos por un tirante metálico cuyos extremos quedan embebidos en los bloques de concreto.

Los durmientes de concreto se clasifican en los tipos siguientes:

1. Tipo "O", que soporta los rieles y las pistas de rodamiento.

2. Tipo "S", que soporta los rieles, las pistas de rodamiento y el aislador para sujetar la barra guía.

3. Tipo "SO", que soporta los rieles y pistas de rodamiento en ambos bloques y sólo en un bloque, el aislador para la barra guía.

Los durmientes de concreto reforzado tipo biblock se destinan al equipamiento de las vías para el Metro con la finalidad de proporcionar alineación a los perfiles y elementos que forman parte de la vía y de transferir de una manera uniforme las cargas que a su paso ocasionan los trenes hacia la capa que sirve de apoyo.

001.B.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Agregados para concreto	4.01.01.001.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.001.C
Concreto hidráulico	4.01.01.001.G
Pernos tirafondo para durmientes de concreto	4.02.01.001.D.07
Almohadillas de caucho para rieles y pistas	4.02.01.001.D.08
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Tornillos para fijación de aisladores en vía sobre concreto y durmientes de concreto	4.02.01.001.D.12
Grapas para fijación de rieles y pistas en durmientes de concreto	4.02.01.001.D.13
Cuña lateral para pistas metálicas a colocarse sobre durmientes de concreto	4.02.01.001.D.15
Placas y arandelas metálicas para grapas sobre durmientes de concreto	4.02.01.001.D.16
Producto de sellamiento de pernos tirafondo en durmientes de concreto	4.02.01.001.G.02
Guarnición helicoidal para la fijación de pernos tirafondo en durmientes de concreto	4.02.01.001.G.06
Ductos de PVC	4.02.01.002.A.02
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Cemento Portland	NOM C-1
Arandelas de presión	NOM H-75
Arandelas planas	NOM H-76

001.B.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.B.02.c.01 De los materiales

1. Cemento. El cemento empleado deberá ser tipo Portland, de preferencia tipo I, tipo II modificado o tipo III, los cuales deberán cumplir con los requisitos indicados en la Norma Oficial Mexicana C-1. En ninguno de los casos se debe utilizar cemento del tipo puzolánico o NOM C-2.

2. Grava. La grava empleada deberá provenir de rocas duras y sanas, inalterables por el efecto del agua o el aire y deberá cumplir con lo indicado en 4.01.01.001.B; además, la grava debe satisfacer los requisitos físicos indicados en la tabla 001-5 y deberá tener la granulometría mostrada en la fig 001-2.

3. Arena. La arena deberá ser de composición sílica natural exenta de materiales térreos, arcillosos y con polvos en no más del 2 por ciento, y deberá cumplir con los requisitos indicados en 4.01.01.001.B; además, deberá satisfacer los requisitos físicos indicados en la tabla 001-5 y tener la granulometría mostrada en la fig 001-3.

4. Agua. El agua empleada en la elaboración del concreto deberá cumplir con los requisitos indicados en 4.01.01.001.C.

5. Concreto

   — La dosificación empleada deberá ser aprobada por el Representante, y tener un contenido de cemento tipo III, no menor de 36 kg por metro cúbico de concreto o de 420 kg para el cemento tipo I, o el II modificado.

   — La relación agua-cemento (a/c), en peso, en ningún caso deberá ser superior a 0.38, para obtener un revenimiento cero.

   — La resistencia a la compresión del concreto se determinará en probetas cilíndricas estándar y deberá ser de 3.92 daN/mm² (400 kg/ cm²) a los 14 días de edad del concreto para el cemento tipo III o a los 28 días para el cemento tipo I, o el II modificado.

Tabla 001-5. Requisitos físicos de la arena y la grava

Requisitos físicos	Arena	Grava
Pérdida por lavado en malla No. 200, % máx.	2.0	1.0
Arcilla por sedimentación, % máx.	3.0	
Materia orgánica	Aceptable	
Carbón y lignito, % máx.	1.0	1.0
Partículas desmenuzables, % máx.	3.0	5.0
Equivalente de arena, % mín.	80.0	
Contenido de arena, % máx.		10.0
Contenido de grava, % mín.		90.0
Pérdida por abrasión, % máx.		40.0

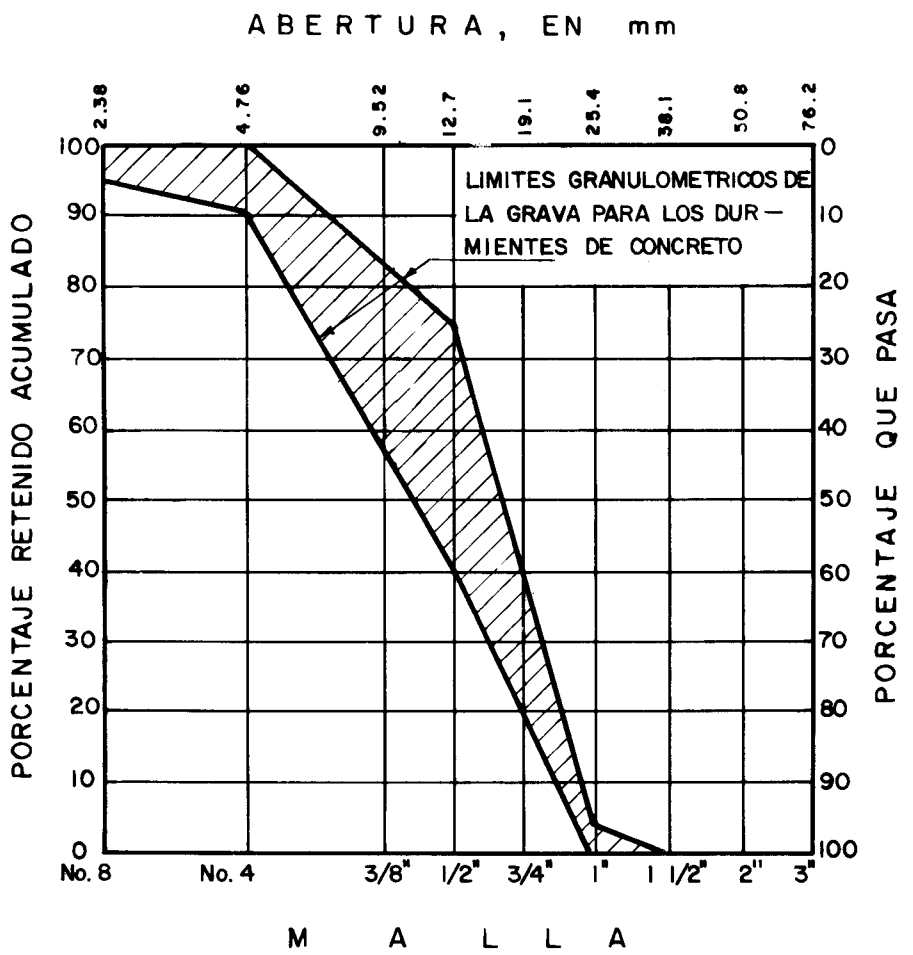


Fig 001 – 2 Granulometría de la grava para durmientes de concreto

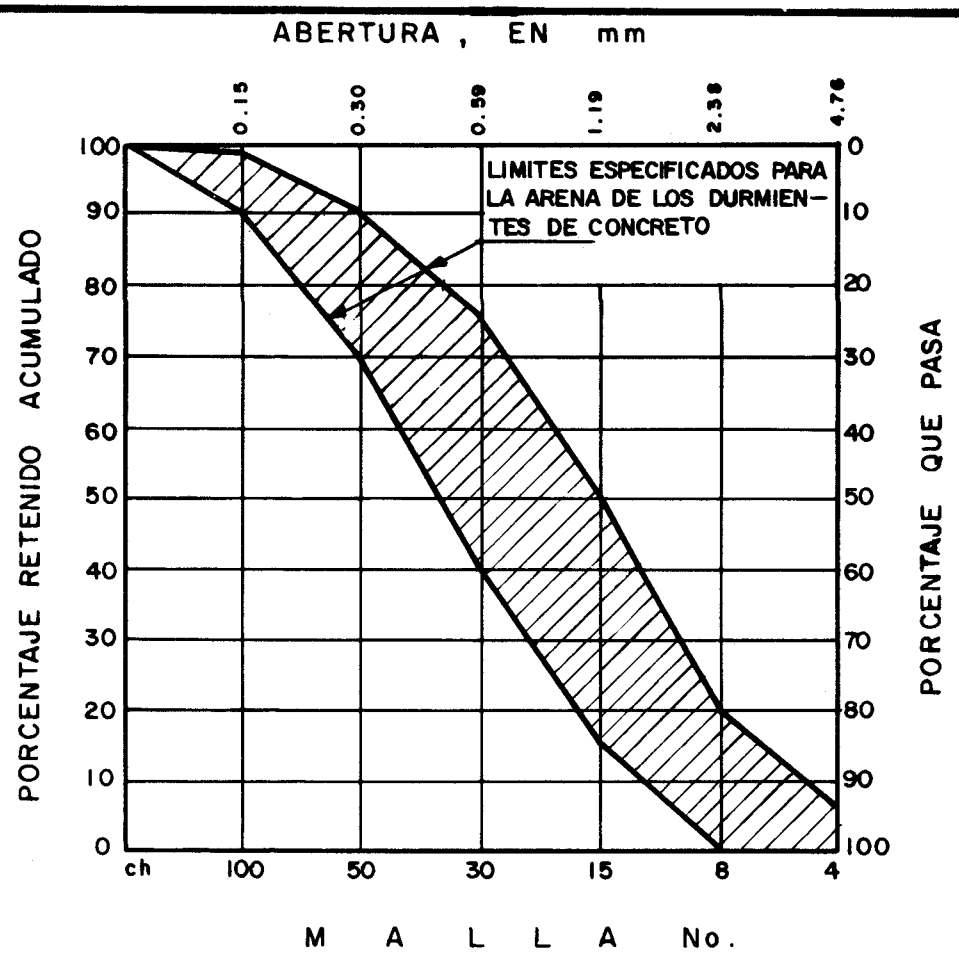


Fig 001- 3 Granulometría de la arena para durmientes de concreto

— La resistencia a la tensión por flexión del concreto se determinará en probetas prismáticas con dimensiones no menores de 15 x 15 x 60 cm; la resistencia será de 0.39 daN/mm² (40 kg/cm²) a los 14 días de edad del concreto para el cemento tipo III o los 28 días para el cemento tipo I, o el II modificado.

— Transporte. El vaciado, transporte y colocación en los moldes, de la mezcla, se llevarán a cabo empleando los medios adecuados para que el concreto conserve su homogeneidad, evitando cualquier segregación posible, especialmente porque se trata de un concreto que contiene elementos gruesos y de consistencia muy seca. Los medios antes citados deberán ser sometidos a la aprobación del Representante.

— Colocación. El vaciado propiamente dicho será efectuado en el molde metálico después de la colocación del tirante y de los armados; sin embargo, las mallas inferiores del durmiente podrán colocarse un poco antes del llenado total del molde.

El tiempo mínimo de la vibración de compactación será de 70 segundos aplicado en dos periodos, mientras que el máximo será de 150 segundos aplicados en tres periodos, y deberá lograrse que el concreto rellene perfectamente el molde, sin formar oquedades y de modo que rodee completamente a los armados. De acuerdo a lo anterior, la duración de cada periodo estará comprendida entre 35 y 50 segundos.

— Limpieza y aceitado de los moldes. Entre dos colados, las paredes interiores de cada molde y muy particularmente, el fondo de las protuberancias que forman los bordes y los huecos para los pernos tirafondo, deberán ser debidamente aceitados, y en su caso, previamente limpiados. El aceite será de una marca aprobada por el Representante y deberá utilizarse en forma de emulsión aplicada con un pulverizador. No se permitirá el uso de grasa.

— Desmoldeado. Los moldes metálicos deberán estar equipados con todos los dispositivos necesarios para realizar su izado después de la vibración, su transporte hasta el área de desmoldeo, el giro a 180° y su izado vertical, para retirar del molde el durmiente formado. Estos dispositivos deberán ser concebidos de manera que se efectúen todas las operaciones anteriores sin producir ningún golpe y con toda la delicadeza necesaria para no causar ninguna deformación, ni principio de fisuramiento o fracturación del concreto.

El desmoldeo de los dos bloques del durmiente deberá ser rigurosamente simultáneo, empleando un polipasto.

6. Acero de refuerzo. Los aceros de refuerzo serán varillas de acero redondo, liso o corrugado, que tengan las características físicas indicadas en la tabla 001-6.

Tabla 001-6. Requisitos físicos para el acero de refuerzo

Requisito	Durmientes tipo "O"			Durmiente tipo "S"		
	Parrilla		Espiral	Parrilla		Espiral
	Superior	Inferior		Superior	Inferior	
Límite elástico, mínimo, daN/mm² (kg/cm²)	23.54 (2400)	23.54 (2400)	23.54 (2400)	41.19 (4200)	23.54 (2400)	23.54 (2400)
Alargamiento mínimo a la falla, %	8	8	8	8	8	8

— Si las mallas de refuerzo se forman con electrosoldadura, el acero que se utilice deberá ser estirado en frío y cumplir con los siguientes requisitos químicos:

Carbono (C) $C \leq 0.25\%$

Manganeso (Mn) $C + \frac{Mn}{6} \leq 0.48\%$

Silicio (Si) $Si \leq 0.55\%$

— Las varillas destinadas a la fabricación de las mallas deberán ser enderezadas, limpiadas y libradas de óxido o cualquier otro material extraño.

— Las mallas formadas mediante puntos de soldadura no deberán presentar ningún alabeo aparente, ni tampoco acusar una flecha mayor de 5 mm con una regla del largo de la malla.

— Las varillas cortas de las mallas serán perpendiculares a las largas, con una tolerancia de ± 5 mm, entre los extremos de la varilla corta.

— Las varillas destinadas a las espirales serán simplemente enderezadas antes de enrollarlas a las dimensiones especificadas en los planos de proyecto aprobados.

7. Tirante metálico

Los tirantes metálicos tendrán la forma y dimensiones indicadas en la fig 001-4 y deberán estar exentos de fracturas, hendiduras, principios de ruptura y defectos de laminado. Serán fabricados con acero para riel o acero de clase similar, cuyas características serán las siguientes:

— Características físicas:

Límite elástico mínimo: 29.42 daN/mm² (3000 kg/cm²).

Alargamiento mínimo a la ruptura: 14%.

— Características químicas:

Carbono (C): 0.29 – 0.52%.

Manganeso (Mn): 0.60 – 1.20%.

Fósforo (P): menos de 0.08%.

Azufre (S): menos de 0.05%.

— No se exigen cortes rectos o a escuadra en las dos extremidades de los tirantes.

— La longitud del tirante será:

2400 mm para el durmiente tipo "O".

2750 mm para el durmiente tipo "S".

2750 mm para el durmiente tipo "SO".

8. Piezas para la fijación de la vía en los durmientes. Deberán cumplir con lo indicado en las especificaciones que se enlistan en las referencias de esta Especificación.

001.B.02.c.02 De los durmientes

1. Curado. En condiciones normales, los durmientes desmoldeados deberán permanecer como mínimo 20 horas en el área de desmoldeo, antes de transportarlos a otro sitio. Durante las primeras ocho horas después de su fabricación deberán mantenerse protegidos contra un secado demasiado rápido mediante cubiertas que los mantengan en estado húmedo. Después de las ocho horas iniciales y hasta los 14 o 28 días necesarios para su aceptación, deberán curarse periódicamente mediante riegos de agua.

2. Acabado

— Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde. Deberán ser regulares en su forma y en su constitución; estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura.

— Después del desmoldeo no se admitirá ningún retoque en el concreto. El alisado con llana no

será permitido; podrán tolerarse afinaciones en pequeñas áreas usando piezas de madera.

— Los huecos que alojarán los pernos tirafondo deberán estar perfectamente limpios y exactamente ubicados. Esta verificación se hará aproximadamente una hora después del desmoldeo.

— La cara inferior de los bloques deberá ser rugosa.

— Ningún armado interior deberá ser visible con excepción de los herrajes en los huecos para los pernos tirafondo.

— Todo durmiente que presente defectos en su estructura después del desmoldeo, será demolido de inmediato. El tirante y los armados podrán volver a utilizarse después de verificar su buen estado y geometría.

001.B.02.c.03 Tolerancias

Los durmientes de concreto (tipo "O", tipo "S" o tipo "SO") deberán ser intercambiables en la vía, lo que conduce a lograr tolerancias precisas y a realizar verificaciones geométricas por medio de escantillones, los cuales serán utilizados previa aprobación del Representante.

1. Para durmientes con bloque tipo "O"

Correspondencia entre las superficies de apoyo del riel y de la pista (fig 001-5):

— Altura relativa: ± 1 mm

— Alabeo: ± 2 mm

— Inclinación de una cualquiera de las superficies de apoyo con respecto a todas las demás: 2 mm.

Topes (fig 001-6):

— Distancia entre topes exteriores: ± 2 mm

— Distancia entre el tope interior y el tope exterior de un mismo bloque: ± 2 mm

— Los topes deben ser perpendiculares al eje longitudinal del durmiente.

2. Para durmientes con bloque tipo "S" o "SO"

Correspondencia entre las superficies de apoyo del riel y de la pista (figs 001-7 y 001-8):

— Altura relativa : ± 1 mm (cota a)

— Alabeo : ± 2 mm (cota b)

Correspondencia entre las superficies de apoyo del aislador y de la pista:

— Altura relativa : ± 0.5 mm (cota a)

— Alabeo : ± 0.5 mm (cota b)

— Diferencia entre la cota "a" del riel y la cota "a" del aislador: ± 0.5 mm.

Planaridad de las superficies de apoyo del riel, de la pista y del aislador:

— Se comprobará con una regleta de 30 cm de largo y de ancho preciso: la desviación de las superficies de apoyo con respecto al filo de la regleta no deberá exceder de 1 mm para el riel y la pista y de 0.5 mm para el aislador.

Topes (figs 001-9 y 001-10):

— Distancia entre topes exteriores: ± 2 mm.

— Distancia entre tope interior y tope exterior de un mismo bloque: ± 2 mm.

— Los topes deben ser perpendiculares al eje longitudinal del durmiente.

3. Variaciones geométricas de los durmientes (para tipos "O", "S" y "SO"):

Distancia entre caras exteriores de un bloque respecto al otro: ± 5 mm.

Dimensiones de un bloque:

Longitud (sentido perpendicular a la vía): ± 5 mm.

Ancho (sentido paralelo a la vía): ± 2 mm.

Altura: + 8 mm.

− 2 mm.

Tirante metálico:

Están indicadas en la fig 001-4.

Los huecos que alojarán a los pernos tirafondo, deberán tener las dimensiones previstas en los planos constructivos con una tolerancia de + 1 mm.

001.B.02.c.04 Colocación de accesorios

1. Colocación de las almohadillas de caucho para asiento de pista y riel sobre los durmientes

Después de haberse efectuado las verificaciones geométricas y la inspección visual de los durmientes producidos, se procederá a la colocación de las almohadillas de caucho, de acuerdo con lo siguiente:

Limpieza. Tanto las almohadillas a pegar como las superficies de los durmientes donde éstas se vayan a colocar, deberán estar perfectamente limpias y secas, libres de polvo, grasa o substancias extrañas.

Pegamento. El pegamento a utilizar será de contacto del tipo autorizado por el proyecto y/o el Representante; se seguirán correctamente las indicaciones de uso del fabricante. El pegamento se aplicará uniformemente en toda la superficie de la almohadilla que quedará en contacto con el durmiente, así como en toda el área de éste que recibirá a la almohadilla. El pegamento se aplicará con utensilios que permitan su correcta aplicación.

Colocación. Una vez que el pegamento haya sido aplicado en ambas superficies a unir y siguiendo

las instrucciones del Representante en cuanto al tiempo de espera posterior a la aplicación del mismo, se procederá a colocar correctamente las almohadillas. Para esto se usarán piezas de metal o de madera de sección 15.0 x 5.2 x 1.0 cm o de 15.0 x 4.3 x 1.0 cm como escantillones para la ubicación de las almohadillas; para riel y pista sobre los durmientes tipo "O", así como ambos bloques del durmiente tipo "SO", además para riel en los bloques del durmiente "S", se utilizarán los de 5.2 cm de ancho; para la pista del durmiente tipo "S" se emplearán los de 4.3 cm de ancho. Estos escantillones colocados con su máxima dimensión en posición transversal al eje longitudinal del durmiente y perfectamente asentados en la parte inferior de los topes extremos de los bloques, indicarán con su ancho (5.2 o 4.3 cm) la separación correcta de la almohadilla respecto al tope extremo, sobre el durmiente.

Después de colocadas las almohadillas, se presionarán uniformemente con un rodillo. Se cuidará que las orillas, especialmente las esquinas, queden bien pegadas. Tres días después de pegadas se verificará que hayan quedado perfectamente adheridas; en caso contrario, deberán desprenderse totalmente y pegarse de nuevo.

2. Colocación de pernos tirafondo

Al igual que en el caso de las almohadillas, después de las verificaciones geométricas y la inspección visual de los durmientes tipos "O", "S" o "SO" producidos, se procederá a la colocación de los pernos tirafondo.

Durante la colocación se tendrá la precaución de limpiar y secar, en caso de que contengan agua, los huecos en que queden alojados los pernos tirafondo y evitar que la resina utilizada para sellamiento y fijación sufra daño durante su vaciado.

El producto de sellamiento será el autorizado por el proyecto y en la dosificación recomendada.

Después de haber efectuado la fijación y sellamiento de los pernos tirafondo, no deberán tener contacto con agua, por lo menos durante ocho horas para evitar cristalización de la resina empleada y se deberán limpiar las áreas circundantes a los pernos con el fin de evitar protuberancias que estorben para asentar los perfiles de vía.

En el caso especial de los durmientes con bloque tipo "S", y con el fin de evitar la entrada de materiales extraños, los pernos para fijación del aislador serán colocados en los huecos dejados para alojarlos o en caso de no disponer de pernos, los huecos deberán ser taponados con madera, papel o estopa.

No se deberán instalar los pernos tirafondo en los durmientes seleccionados para prueba de carga o en aquéllos que durante la inspección visual y geométrica hayan quedado parcialmente rechazados.

3. Recolocación de pernos tirafondo

Cuando por alguna circunstancia los pernos tirafondo resulten dañados durante su instalación en la vía, será necesario reemplazarlos para continuar utilizando el durmiente.

La reposición de los tirafondos averiados se apegará a lo siguiente:

— Colocar dos tuercas en el tirafondo que se vaya a retirar. Apretar la primera hasta el final de la cuerda del perno; apretar la segunda encima de la primera, impidiendo el giro de esta última.

— Calentar el perno con soplete, en el espacio que queda entre el concreto y las tuercas hasta que la resina cristalice.

— Una vez cristalizada la resina, girar y sacar el perno dando vuelta a la tuerca de abajo.

— Eliminar los residuos de resina del hueco en el durmiente, barrenando con berbiquí y broca para concreto del diámetro y la longitud adecuada. La broca debe tener paso amplio similar al del perno. Sopletear el hueco con aire.

— Una vez limpio el hueco y frío colocar dentro del hueco la nueva mezcla de resinas, con la proporción en peso autorizada por el proyecto.

— Introducir el nuevo perno y girarlo hasta que quede en su posición; emplear llave si se requiere.

— Dejar secar la resina 60 minutos para poder colocar los implementos de vía, apretando la tuerca del tirafondo a un par de 88 N-m (9 kg-m). Se cuidará en no hacer girar al tirafondo en el sentido de afloje del mismo.

— En el caso de tirafondos que hayan quedado degollados en la parte que sobresale del concreto, será necesario efectuar un barreno en la parte central del mismo, con diámetro inferior al del perno, calentar la resina utilizada para la fijación y sellamiento, introducir un extractor para birlos y girar en el sentido de afloje hasta sacar completamente el pedazo de perno que quede.

— También podrá sacarse el pedazo de perno, soldando a él una varilla en forma de "T" y girarla en el sentido de afloje del perno (hacia la izquierda) hasta extraer el resto del tirafondo.

— Para la recolocación se procederá de manera similar.

001.B.02.c.05 Almacenamiento y manejo

1. Almacenamiento

Los durmientes serán almacenados por lotes en un lugar de fácil acceso; cada lote deberá corresponder como máximo a la fabricación de una jornada en condiciones exactamente iguales. En cada lote se colocará un cartel de lámina o de madera de modo que sea siempre visible; este cartel llevará la indicación del día de la colada y el número correspondiente al lote. El cartel podrá suprimirse si las indicaciones antes mencionadas son anotadas directamente en cada durmiente.

Los durmientes se colocarán de acuerdo al tipo de que se trate (tipo "O", tipo "S" o tipo "SO").

El almacenamiento de los durmientes podrá realizarse hasta una altura máxima correspondiente a 15 camas; asimismo, entre cada cama deberán colocarse separadores de madera de 76 x 76 mm aproximadamente. Los durmientes de camas adyacentes no deberán tocarse entre sí.

2. Manejo

— Antes de realizar cualquier maniobra con los durmientes de concreto que tengan sus pernos tirafondo debidamente pegados y con objeto de evitar posibles daños a las cuerdas de éstos, habrá que cerciorarse que cada uno de ellos tenga colocada y totalmente corrida hacia la parte superior del tirafondo, a su respectiva tuerca.

— Todos los movimientos a que sean sometidos los durmientes ya sea durante su fabricación, traslado o la obra, almacenamiento o colocación en la vía, deberán realizarse con el máximo de precauciones para evitar fisuraciones o desportilladuras en los bloques que forman los durmientes.

— No se permitirá el izado de los durmientes con un solo punto de sujeción, ni tampoco el izado con cables que tomen a los elementos por los bloques de concreto; asimismo, los pernos tirafondo no deberán ser utilizados como puntos de apoyo para mover a los durmientes. Todas las maniobras necesarias deberán efectuarse tomando a los durmientes por el tirante que une a los bloques de concreto y además, en cuando menos dos puntos separados entre sí 80 cm o más. Podrán utilizarse piezas o dispositivos especiales para mover simultáneamente a varios durmientes; sin embargo, deberá tenerse cuidado en que los durmientes no se toquen ni sufran choques entre sí.

— Queda prohibido el pisar o caminar sobre los bloques de concreto, ya que se pueden provocar daños a los tirafondos o desprendimiento de las almohadillas de caucho pegadas con anticipación.

001.B.02.c.06 Identificación

Cada durmiente deberá llevar en la cara superior de los bloques y del lado del tirante, las indicaciones siguientes, que deberán formarse con el molde, mediante relieves de 2 mm de profundidad y 20 mm de altura aproximadamente:

1. En uno de los bloques: el tipo de durmiente ("O", "S" o "SO") y fecha de fabricación.

2. En el otro bloque: Marca del fabricante y la letra M seguida por el número de molde.

001.B.02.c.07 Transporte

1. El transporte de los durmientes se hará, una vez que hayan tenido por lo menos 14 días de almacenamiento si fueron fabricados con cemento tipo III y 28 días si fueron fabricados con cemento tipo I o II modificado.

2. Los embarques deberán comprender sólo aquellos lotes que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas de recepción. Se entenderá que un lote es el conjunto de durmientes fabricados en un día de trabajo.

3. El proveedor debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier daño o deterioro de los durmientes durante su transporte; de lo contrario, deberá reemplazar a su cargo, todos los durmientes que al momento de la entrega presenten defectos tales que no podrían satisfacer las condiciones de recepción.

001.B.02.c.08 Recepción

1. La recepción será expedida después de las verificaciones siguientes:

— Verificación en fábrica de que todas las piezas satisfagan los requisitos señalados en esta Especificación.

— Verificación del aspecto después de la entrega en los talleres o almacenes indicados por el Representante.

2. La recepción de los durmientes aceptados será notificada al proveedor mediante la entrega de un recibo emitido, fechado y firmado por el Representante, en el que se precisará el número de durmientes recibidos.

001.B.02.c.09 Muestreo y pruebas

1. Muestreo

El muestreo de los durmientes de concreto, por lote, se efectuará de acuerdo con los casos siguientes:

— Se tomará para prueba de carga un durmiente por cada 100 o fracción. Si el durmiente probado resulta satisfactorio el lote se acepta.

— Si el durmiente probado no satisface las condiciones de aceptación de 001.B.02.c.09(1) se rechaza el durmiente y entonces deberán realizarse pruebas adicionales en cinco durmientes más, tomados del mismo lote.

— Se tomarán para prueba de torque cinco durmientes los cuales se someterán a lo indicado en 001.B.02.c.09(2); uno de los pernos deberá probarse en cada bloque de los durmientes seleccionados con el fin de verificar la resistencia al producto utilizado para la fijación.

— Si todos los pernos tirafondo satisfacen las condiciones de las pruebas enunciadas en 001.B.02.c.09(2) el lote se acepta.

— Si uno de los tirafondos no satisface las pruebas, se seleccionarán cinco durmientes más y se repetirán las pruebas, todas las cuales deben ser satisfactorias.

— Se tomarán para pruebas de extracción de las fijaciones para los aisladores, uno de cada 100 durmientes o fracción, con bloque tipo "S" y se someterán a las pruebas de este tipo que se enuncian en 001.B.02.c.09(2).

— Si todas las fijaciones para aislador satisfacen las pruebas antes indicadas, el lote se acepta.

— Si una de las fijaciones no satisface las pruebas, se seleccionarán cinco durmientes más y se repetirán las pruebas, las que deberán resultar todas satisfactorias.

2. Pruebas

— Los métodos de prueba empleados en los materiales que intervienen en la fabricación de los durmientes de concreto, se llevarán a cabo de acuerdo con los procedimientos de las normas de referencia citados en 001.B.02(b) de esta Especificación.

— Método de prueba de carga sistemática en los durmientes de concreto. Los durmientes fabricados y muestreados de acuerdo con lo indicado en 001.B.02.c.09(1) serán sometidos a pruebas de carga que se realizarán 14 días después de su fabricación, para cemento tipo III o a 28 días, para cemento tipo I o II modificado, como mínimo y esto se hará en presencia del Representante. Los equipos y el personal necesarios para estas pruebas serán proporcionados por el proveedor.

— Los durmientes con bloques de concreto tipo "O" se colocarán en una prensa según las indicaciones de las figs 001-11 y 001-12.

Cada durmiente de prueba será sometido a dos condiciones distintas de carga: al derecho en uno de los bloques y al revés en el otro a excepción del durmiente tipo "SO", en el cual el bloque tipo "O" será sometido a las pruebas en posición al derecho y al revés.

— La carga máxima de prueba será de 167 kN (17 t) para el lado al derecho y 98 kN (10 t) para el lado al revés; la aplicación de la carga y las distancias entre apoyos se muestran en las figs 001-10 y 001-11.

La aplicación de la carga debe ser progresiva y regulada a una velocidad tal que el incremento no sea superior a 9.8 kN (1 t) por segundo.

La observación de fisuramientos se efectuará con una lupa de 2 a 3 aumentos.

Las etapas de carga al derecho serán:

108 kN (11 t), parar un minuto

118 kN (12 t), parar un minuto

127 kN (13 t), parar un minuto

147 kN (15 t), parar un minuto

167 kN (17 t), mantener la carga tres minutos

Descarga completa.

Las etapas de carga "al revés" serán:

59 kN (6 t), parar un minuto

78 kN (8 t), parar un minuto

98 kN (10 t), mantener la carga tres minutos

Descarga completa.

— Para durmientes con bloques de concreto tipo "S":

Cada durmiente de prueba será sometido a tres condiciones distintas de carga: dos al derecho en uno de los bloques y una al revés en el otro a excepción del durmiente tipo "SO", en el cual el bloque tipo "S" será sometido a tres condiciones de carga, dos en posición al derecho sobre pista y riel y una en posición al revés.

Las cargas máximas de prueba serán 185 kN (18.9 t) y 143 kN (14.6 t) para el lado al derecho sobre las superficies de riel y pista respectivamente; para el lado al revés, la carga será de 115 kN (11.7 t). La aplicación de la carga y las distancias entre apoyos serán las definidas en las figs 001-13 a 001-15.

La aplicación de la carga debe ser progresiva y regulada a una velocidad no superior a 9.8 kN (1 t) por segundo.

La observación de fisuramientos se efectuará con una lupa de 2 a 3 aumentos.

Las etapas de carga al derecho (sobre pista) serán:

69 kN (7 t), parar un minuto

88 kN (9 t), parar un minuto

106 kN (10.8 t), parar un minuto

123 kN (12.5 t), parar un minuto

143 kN (14.6 t), mantener la carga tres minutos

Descarga completa.

Las etapas de carga al derecho (sobre riel) serán:

98 kN (10 t), parar un minuto

127 kN (13 t), parar un minuto

150 kN (15.3 t), parar un minuto

167 kN (17.0 t), parar un minuto

185 kN (18.9 t), mantener la carga tres minutos

Descarga completa.

Las etapas de carga al revés serán:

69 kN (7 t), parar un minuto

92 kN (9.4 t), parar un minuto

115 kN (11.7 t), mantener la carga tres minutos.

Descarga completa.

— Prueba de torque

Los pernos tirafondo fijados en los durmientes fabricados y muestreados de acuerdo con lo indicado en 001.B.02.c.09(1) serán sometidos a pruebas de torque que se realizarán 10 días después de haberse instalado los pernos tirafondo y ser fijados con el producto autorizado por el proyecto. Los equipos y personal necesarios para estas pruebas serán proporcionados por el proveedor.

A los pernos tirafondo seleccionados se les aplicará, mediante una llave dinamométrica, un par de 196 N-m (20 kg-m) al afloje, el cual deberá ser resistido por el producto utilizado para la fijación del perno tirafondo.

Las fijaciones para la colocación de los aisladores deberán también probarse al torque; se colocará en el durmiente uno de los tornillos con que se sujetará el aislador en la vía con su cuerda recortada a 30 mm; se le aplicará en el sentido de apriete del mismo un par de 196 N-m (20 kg-m); no deberá presentarse ningún daño en el durmiente ni existir giro alguno de la tuerca.

— Pruebas de extracción en las fijaciones para los aisladores

Las fijaciones de sujeción de los aisladores se realizarán en los durmientes que tengan bloques "S" aplicando en forma simultánea en las dos fijaciones internas o externas una fuerza total de 88 kN (9 t), es decir 44 kN (4.5 t) para cada fijación; no se deberá presentar ningún daño en la fijación, ni fisuras o desprendimientos de concreto en el bloque del durmiente. La prueba se realizará colocando los apoyos del dispositivo de prueba a no menos de 10 cm a cada lado del eje de las fijaciones por ensayar, como se indica en las figs 001-16 y 001-17.

Los durmientes deberán tener al menos 14 o 28 días de edad según el cemento empleado, tipo III o I. Esta prueba se llevará a la falla en uno de cada 1000 durmientes fabricados.

— Los ensayes y la frecuencia de ejecución para el control de producción de durmientes de concreto serán de acuerdo a la tabla 001-7.

001.B.02.c.10 Bases de aceptación

1. Aceptación o rechazo de durmientes en planta

Los durmientes en planta se aceptarán si al ser muestreados y probados se satisface lo siguiente:

— Para durmientes con bloque tipo "O":

Durante las pruebas indicadas en 001.B.02.c.09(2) no deberá aparecer ninguna fisura de rechazo antes de iniciar el incremento de carga para alcanzar 127 kN (13 t) para el lado al "derecho" y de 98 kN (10 t) para el lado "al revés".

— Para durmiente con bloque tipo "S":

Durante la prueba indicada en 001.B.02.c.09(2) no deberá aparecer ninguna fisura de rechazo antes de iniciar el incremento de carga para alcanzar 123 kN ((12.5 t) para el lado al "derecho" (sobre pista), de 167 kN (17 t) para el lado al "derecho" (sobre riel) y de 115 kN (11.7 t) para el lado "al revés".

En caso de no cumplirse con lo anterior se procederá según 001.B.02.c.09(1) debiendo ser todas las pruebas adicionales satisfactorias; de no ser así el lote completo se rechaza y se deberán probar los durmientes unitariamente.

— Las fisuras aparecidas durante los incrementos de carga siguientes a los citados, deberán volverse a cerrar después de la descarga total y no deberán ser visibles en forma continua con lupa.

— La fisura de rechazo se tomará de la siguiente forma:

Cuando aparezca de un solo lado del bloque una fisura con altura menor o igual a 20 mm, no se tomará como fisura para rechazo; sin embargo, si aparece al menos una fisura de cada lado del bloque, independientemente de la longitud de éstas, se considerará entonces que el durmiente ya está fisurado y será rechazado.

— La aceptación de los durmientes por prueba de torque se hará si se satisfacen las condiciones de prueba enunciada en 001.B.02.c.09(2); en caso contrario, se procederá según 001.B.02.c.09(1); si estas últimas no se satisfacen, se deberán probar unitariamente los pernos tirafondo colocados del lote en cuestión.

— La aceptación de los durmientes probados por extracción de las fijaciones para aislador, se hará si se satisfacen las condiciones de prueba enunciadas en 001.B.02.c.09(2); de lo contrario se rechazará el lote completo y deberá probarse unitariamente cada par de fijaciones.

2. Aceptación o rechazo de durmientes que presenten daño por manejo posterior a la fabricación

— Todo aquel durmiente que presente daño de fisuramiento o agrietamiento será rechazado definitivamente. Se entenderá que un durmiente ya está fisurado cuando en sus caras laterales presente una fisura mayor de 20 mm o cuando aparezca al menos una fisura en cada cara lateral del bloque, independientemente de la longitud de éstas.

— Los durmientes que presenten deformaciones no serán aceptados, así como tampoco se aceptarán los que tengan daños en las superficies de apoyo de pista, riel y de las grapas de fijación.

Tabla 001-7. Ensayes y frecuencia de ejecución para el control de producción de durmientes de concreto

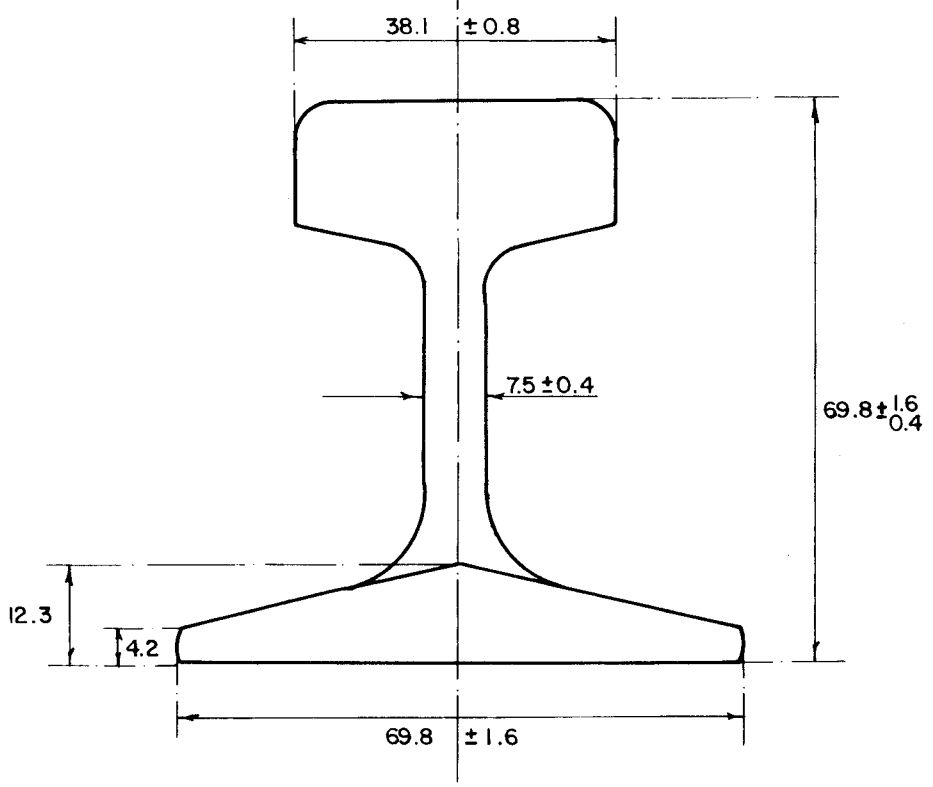
Materiales	Propiedades a determinar	Frecuencia
Acero de refuerzo	Físicas	3 ensayes por c/98 kN (10 t) o fracción
Rieles ASCE 25	Químicas Físicas	3 ensayes por lote de producción (inicio, medio y final) y uno por cada 1000 piezas
Cemento	Químicas Físicas	1 ensaye de la primera entrega y uno por mes posteriormente, para cada marca
Agua	Químicas	1 al inicio y 1 al mes para cada fuente
Agregados	Físicas	1 ensaye completo por semana y por banco
Certificación de dosificación del concreto	Resistencias: f_c': MR (módulo de ruptural:	Diario 1 serie por cada 200 durmientes, o menos
Medición de verificación: Verificación de cada durmiente		Diario en los durmientes producidos
— Aspecto exterior		
— Cotas y tolerancias		
Pruebas de carga no destructivas en los durmientes	Capacidad de trabajo	Por lotes de 100 o fracción de una jornada: uno o seis durmientes
Prueba de carga a la falla	Capacidad a la falla	1 de cada 1000 durmientes
Prueba de torque en pernos tirafondo	Aflojamiento	10 por cada 600 pernos tirafondo colocados, o fracción
Prueba de torque en fijaciones para los aisladores	Apriete	5 fijaciones por cada 100 durmientes o fracción
Pruebas de extracción en fijaciones interiores y exteriores para aislador	Bajo 4.5 t en cada una, es decir 9.0 t en total probándolas simultáneamente	1 de cada 100 durmientes, en los bloques tipo "S"
Pruebas de extracción en fijaciones interiores y exteriores para aislador	Capacidad a la falla	1 de cada 1000 durmientes, en los bloques tipo "S"

— Se aceptarán los durmientes que presenten desportilladuras, siempre y cuando no dejen a la vista el acero de refuerzo.

— Se aceptarán también aquellos durmientes que en los extremos de sus bloques tengan desportilladuras que dejen a la vista el refuerzo inferior longitudinal, siempre que no quede descubierta la primera varilla transversal de anclaje; es decir, la desportilladura no deberá tener una penetración mayor de 60 mm a partir del extremo y hacia el centro del bloque.

— Los durmientes que no tengan completas sus almohadillas para asiento de riel y pista, deberán completarse para que puedan utilizarse en la vía, siempre que no presenten ningún daño. Se procederá a su reparación según lo indicado en 001.B.02.c.04(1).

En todos los durmientes que tengan tirafondos dañados, deberán reemplazarse dichos elementos por otros que se encuentren en buenas condiciones de acuerdo con lo indicado en 001.B.02.c.04(3); deberán efectuarse pruebas de verificación de los tirafondos reemplazados.



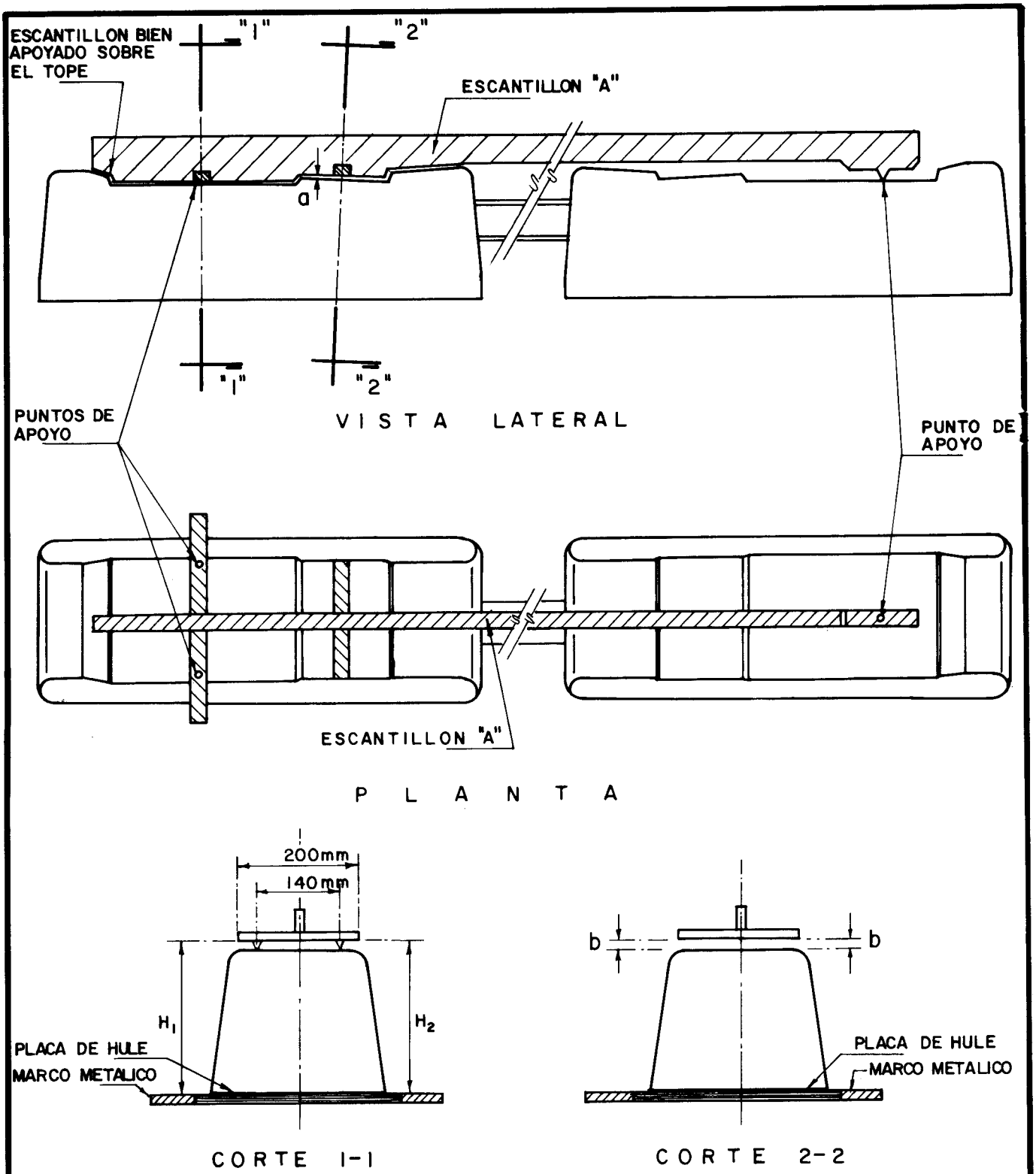
ACOTACIONES, EN mm

RIEL 25 lb/yd ASCE (12.4 kg/m)

NOTAS:

- EL PESO POR METRO LINEAL NO DEBERA VARIAR MAS DE 1% DEL NOMINAL DE 12.40 kg/m.
- UNA REGLA RECTA DE 1500 mm DE LARGO COLOCADA SOBRE CADA PIEZA DE 2400 mm DE LARGO NO DEBERA ACUSAR UNA FLECHA MAYOR DE 3 mm, PARA LOS DURMIENTES TIPO "O".
- UNA REGLA RECTA DE 1500 mm DE LARGO COLOCADA SOBRE CADA PIEZA DE 2750 mm DE LARGO NO DEBERA ACUSAR UNA FLECHA MAYOR DE 3 mm, PARA LOS DURMIENTES TIPO "S" o TIPO "SO".

Fig 001-4 Tirante metálico para durmientes de concreto tipo biblock



CORRESPONDENCIA DE LAS SUPERFICIES DE APOYO :

ALABEO DE LAS SUPERFICIES DE APOYO ENTRE SI :

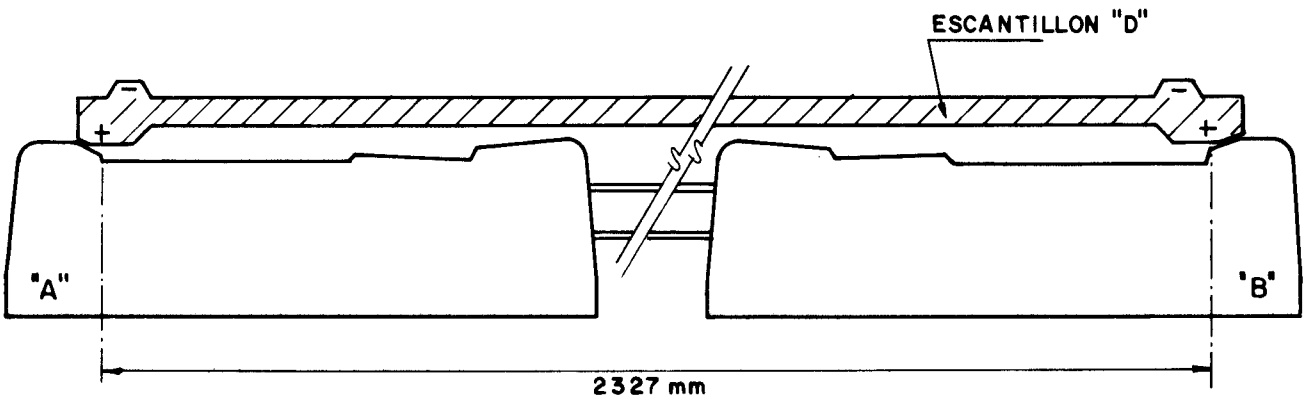
TOLERANCIA EN LAS ALTURAS H_1 y H_2 : (+8 ,-2)mm;

MEDIDA DE LA COTA a = 5mm ± 1

MEDIDA DE LA COTA b = 5mm ± 2

DIFERENCIA ($H_1 - H_2$) : ± 5mm

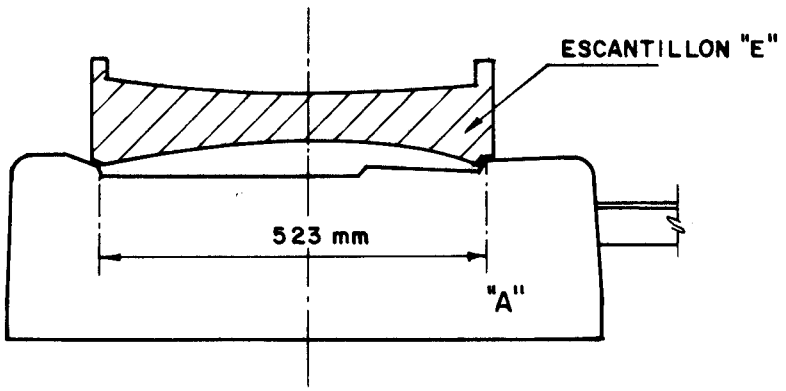
Fig 001 – 5 Tolerancias geométricas en los durmientes con bloque de concreto tipo "O". Correspondencia entre las superficies de apoyo del riel y de la pista



DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTERIORES DEL DURMIENTE TIPO "O"

ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "D" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO

DISTANCIA NOMINAL : 2327 mm TOLERANCIA ± 2 mm



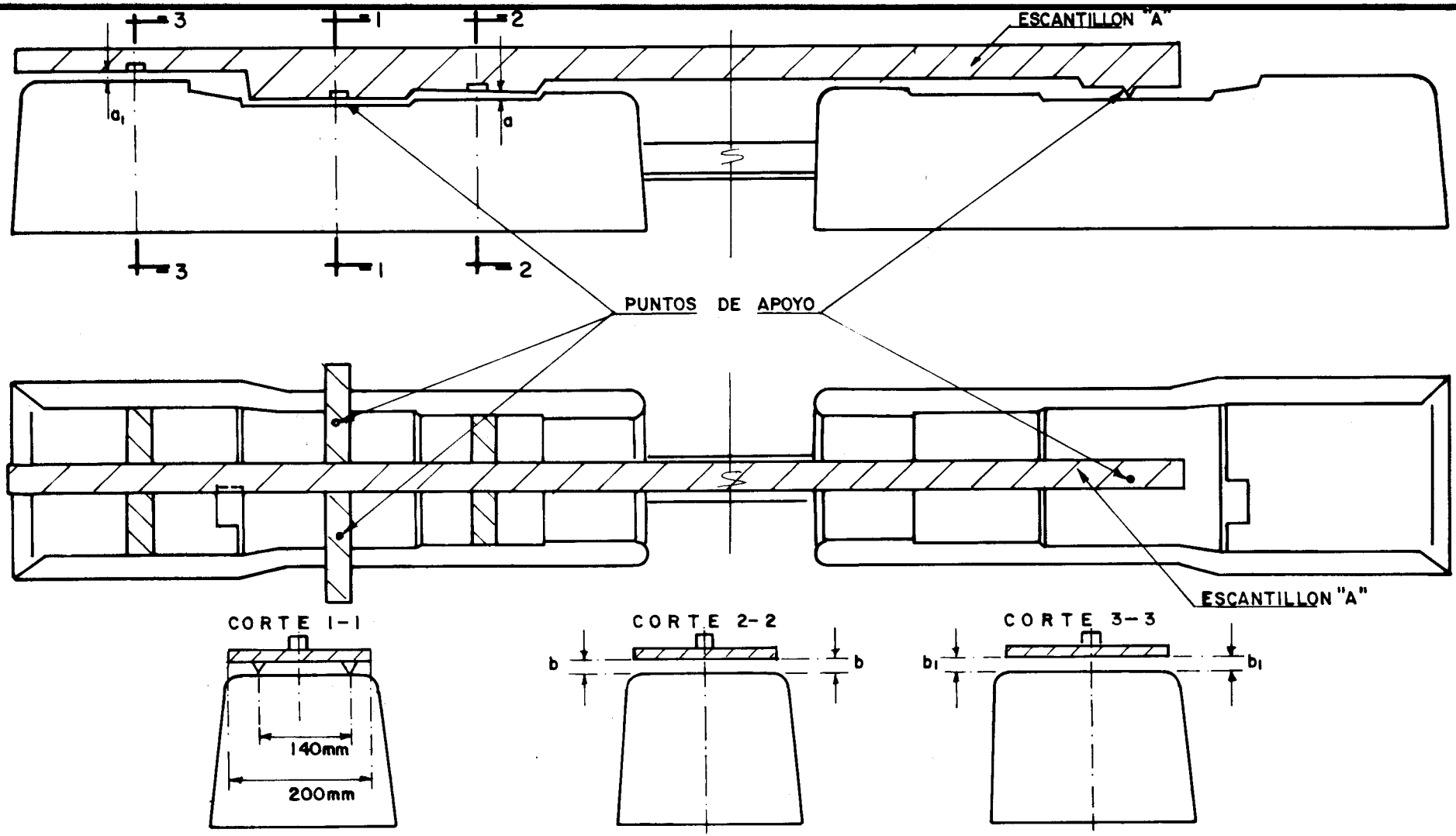
DISTANCIA ENTRE LOS DOS TOPES DE UN MISMO BLOQUE

ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "E" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO

DISTANCIA NOMINAL: 523 mm TOLERANCIA ± 2 mm

SE REALIZARA LA MISMA VERIFICACION CON EL BLOQUE "B"

Fig 001 – 6 Tolerancias en topes . Durmientes con bloques tipo "O"



CORRESPONDENCIA DE LA SUPERFICIES DE APOYO: a = 5mm± 1 ; a_1 = 5 mm± 0.5
ALABEO DE LAS SUPERFICIES DE APOYO ENTRE SI : b = 5 mm± 2 ; b_1=5 mm ± 0.5

Fig 001-7 Tolerancias geométricas en los durmientes con bloque de concreto tipo "S". Correspondencia de las superficies de apoyo del riel, pista y aislador

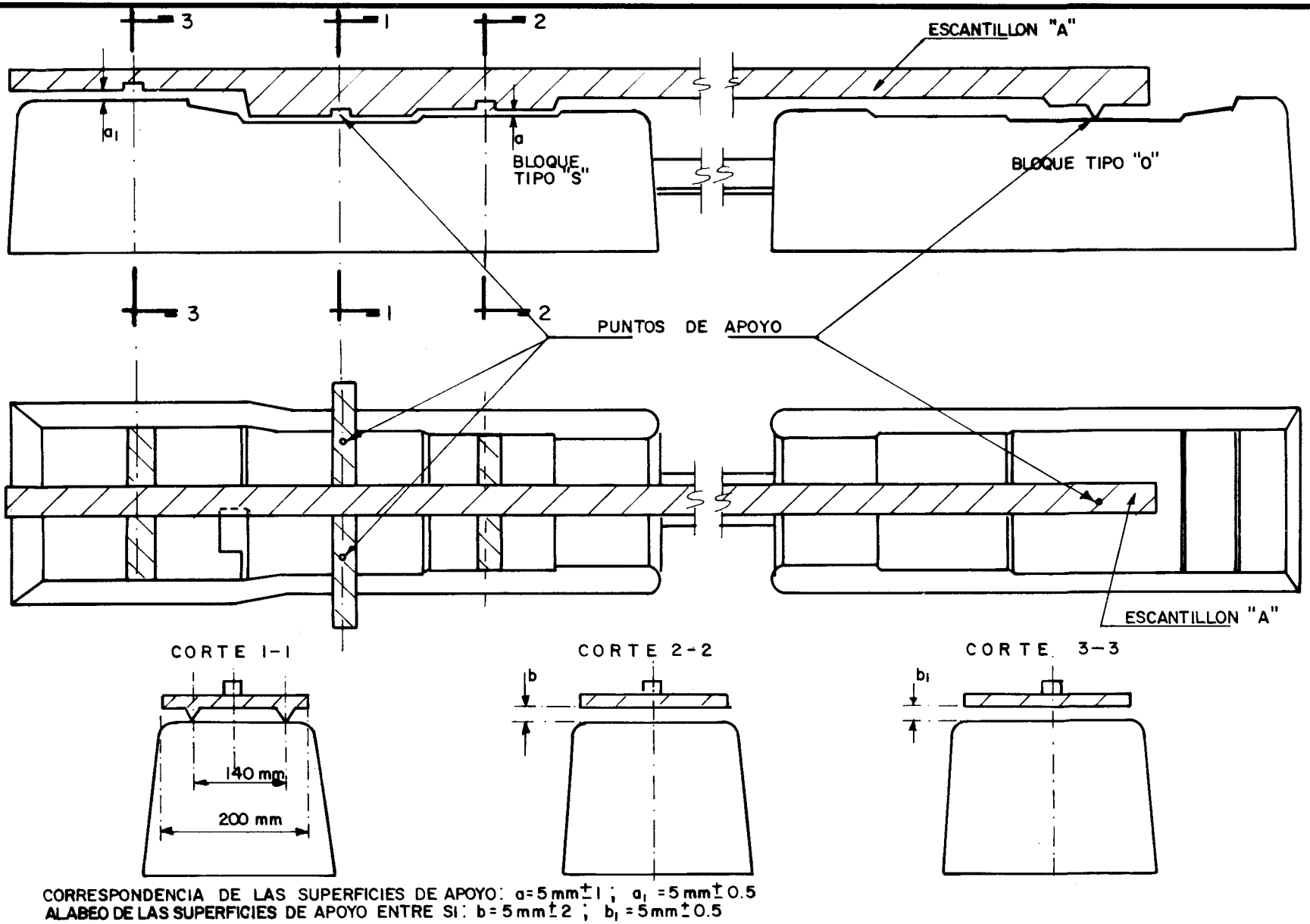
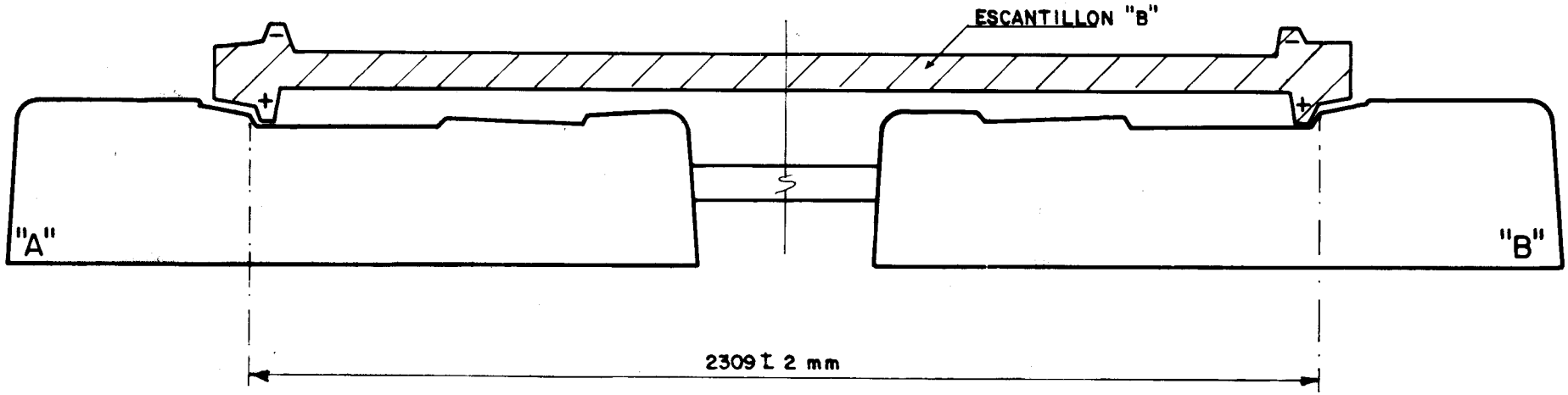
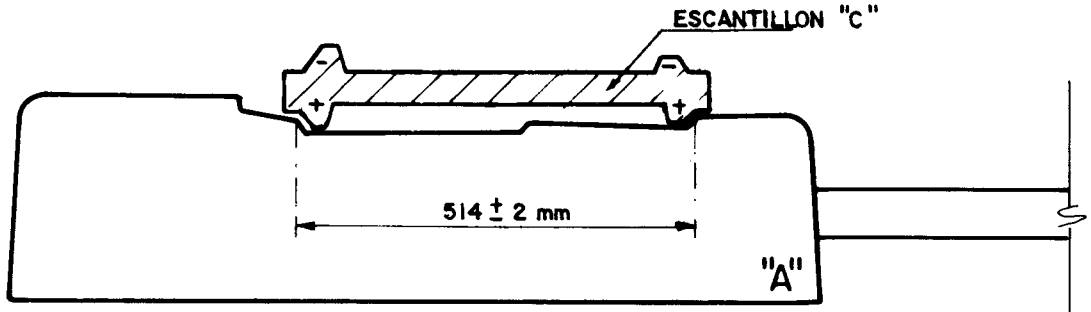


Fig 001-8 Tolerancias geométricas en los durmientes con bloque de concreto tipo "SO". Correspondencia de las superficies de apoyo de riel, pista y aislador



DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTREMOS DEL DURMIENTE "S"

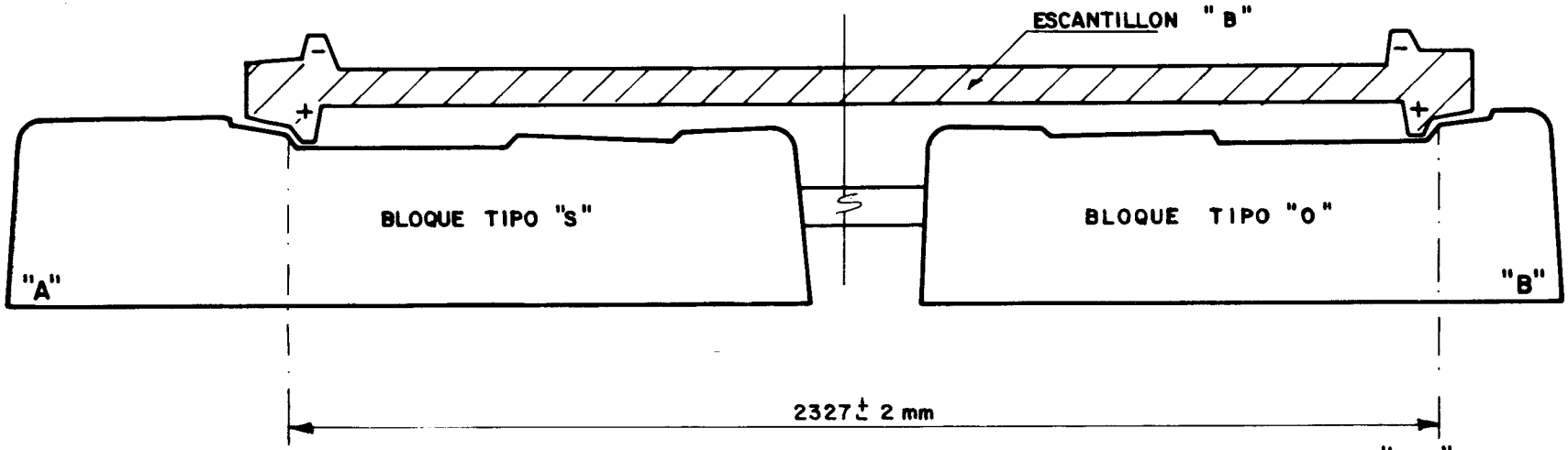
ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "B" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO.
DISTANCIA NOMINAL: 2309 mm TOLERANCIA ± 2 mm



DISTANCIA ENTRE LOS TOPES DE UN MISMO BLOQUE

ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "C" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO
DISTANCIA NOMINAL : 514 mm TOLERANCIA ± 2 mm

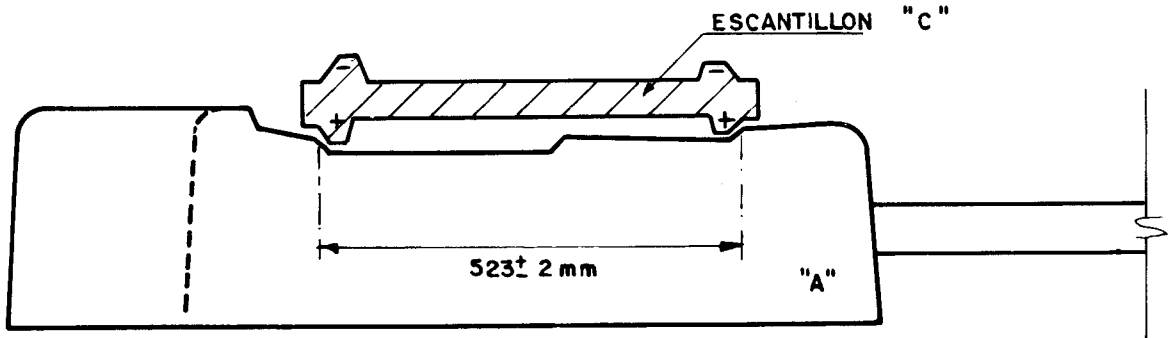
Fig. 001 – 9 Tolerancias en topes para durmientes tipo " S"



DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTREMOS DEL DURMIENTE "SO"

ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "B" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO

DISTANCIA NOMINAL: 2327 mm



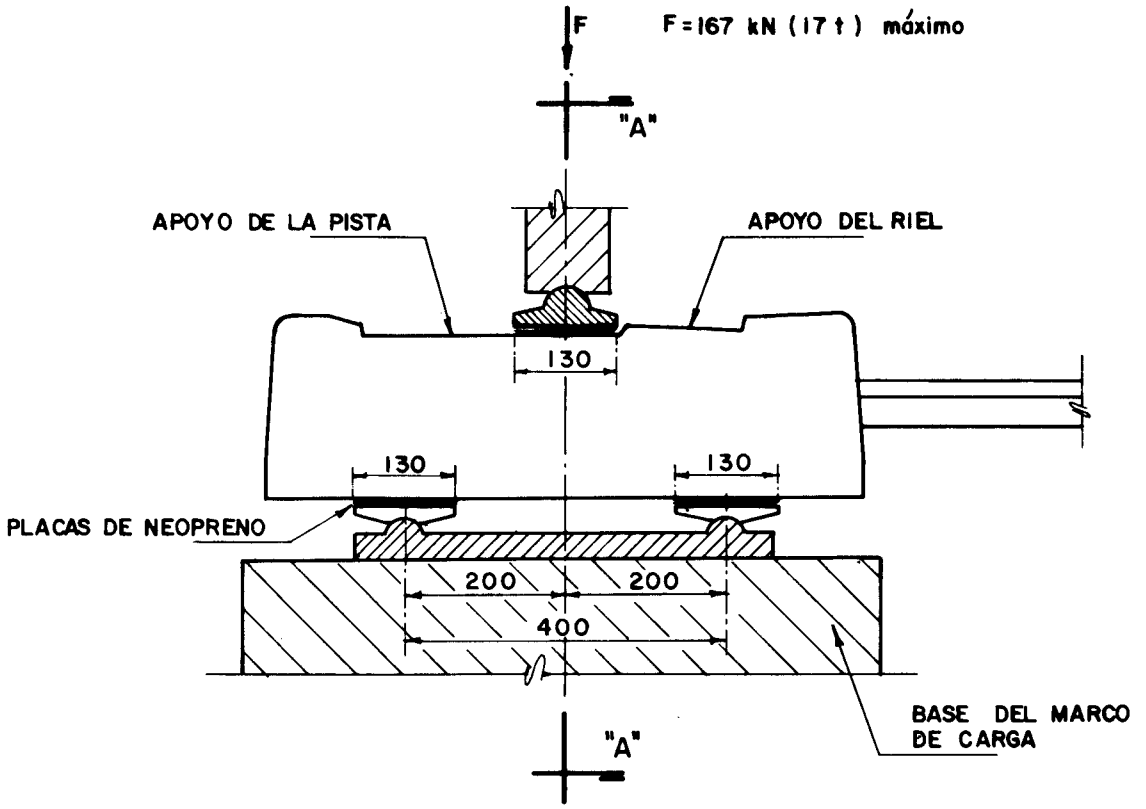
DISTANCIA ENTRE LOS TOPES DE UN MISMO BLOQUE (TIPO "O" o TIPO "S")

ESTA DISTANCIA SE COMPROBARA CON EL ESCANTILLON "C" Y SE INDICARA CORRECTO O INCORRECTO

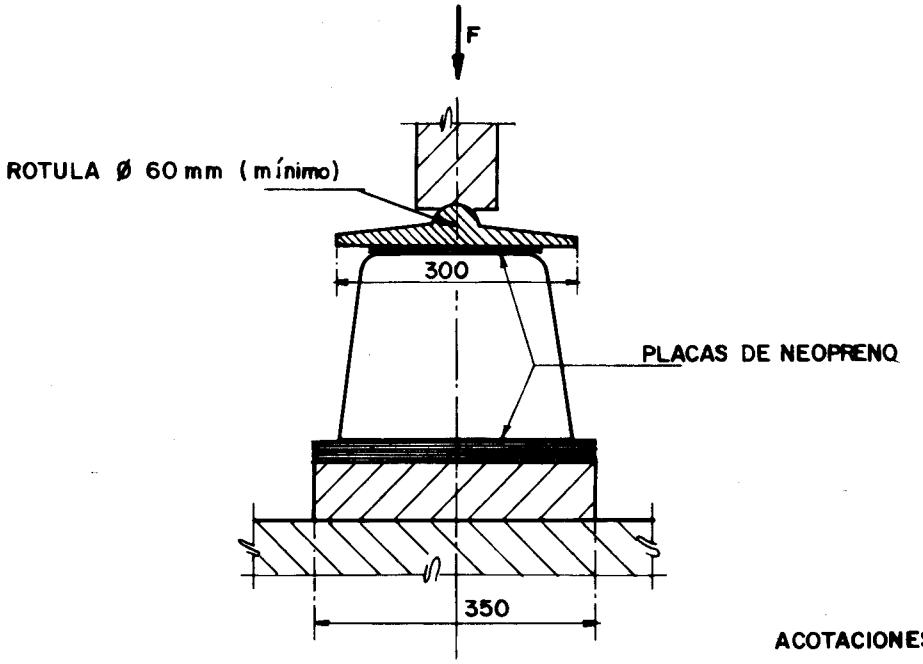
DISTANCIA NOMINAL : 523 mm

SE REALIZARA LA MISMA VERIFICACION EN EL BLOQUE "B"

Fig 001-10 Tolerancias en topes para durmientes tipo "SO"



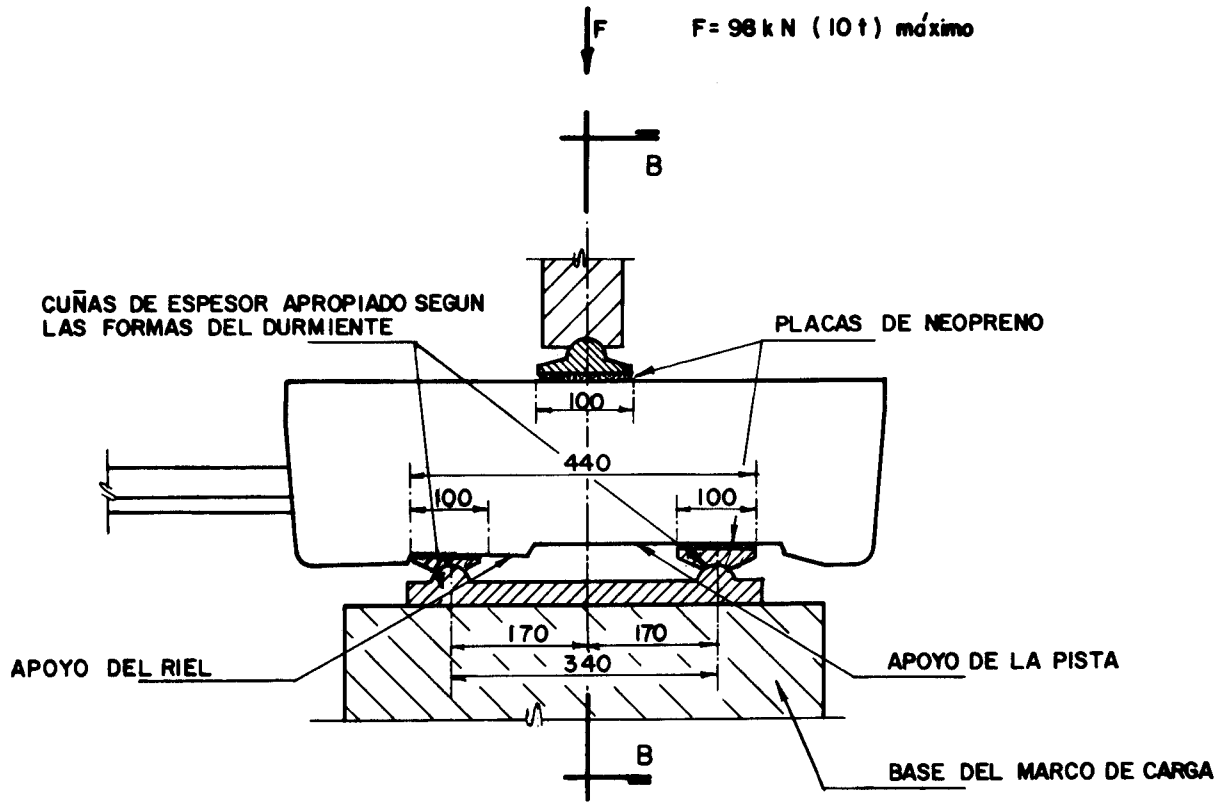
VISTA LATERAL



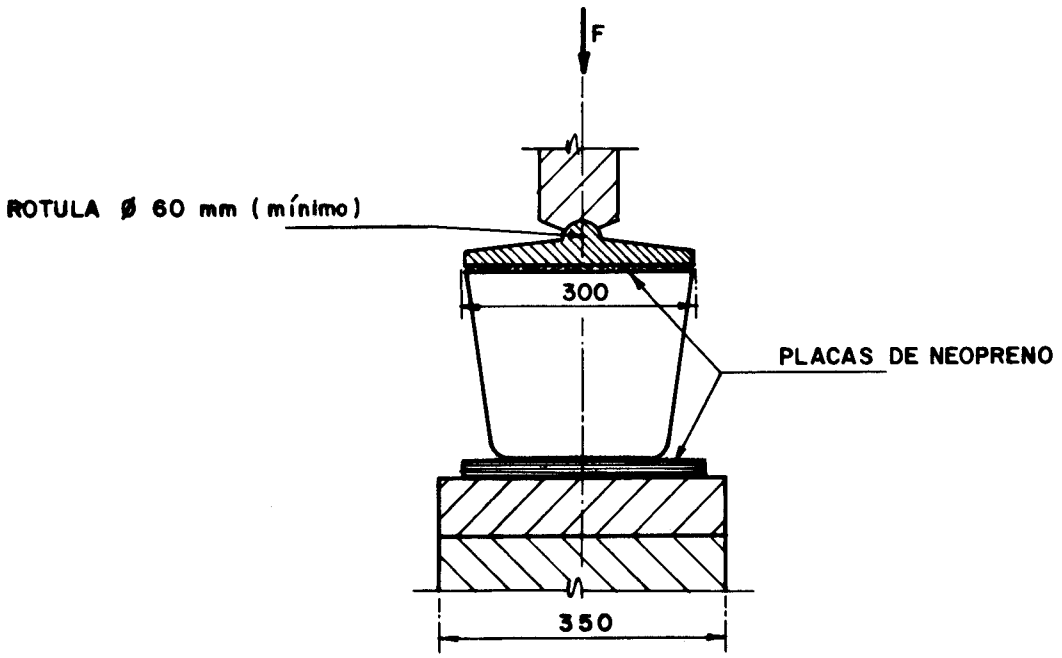
ACOTACIONES, EN mm

CORTE A-A

Fig 001-11 Pruebas en durmientes de concreto tipo "O" (colocado al derecho)



VISTA LATERAL



CORTE B-B

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-12 Pruebas en durmientes de concreto tipo "O" (colocado al revés)

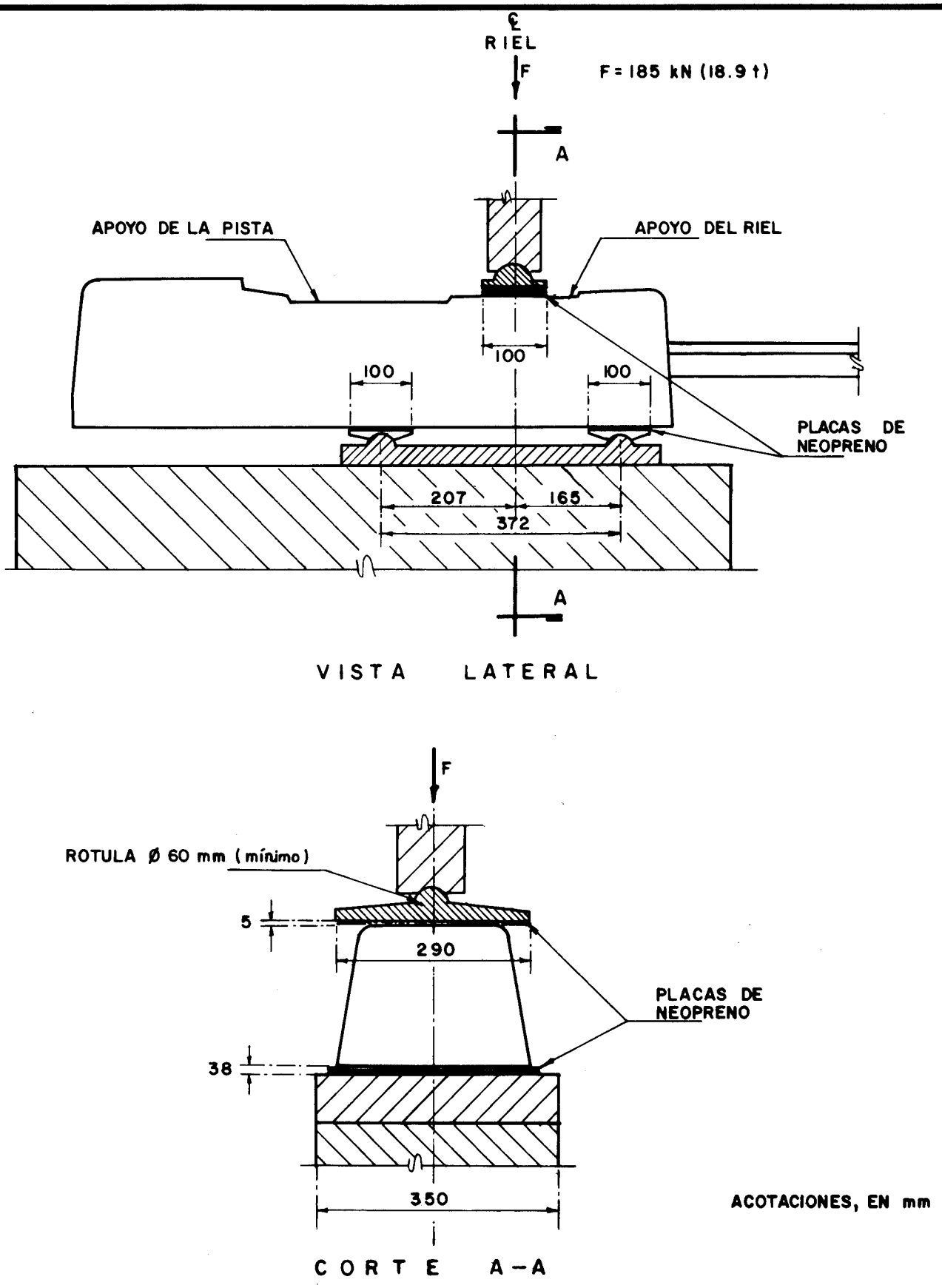
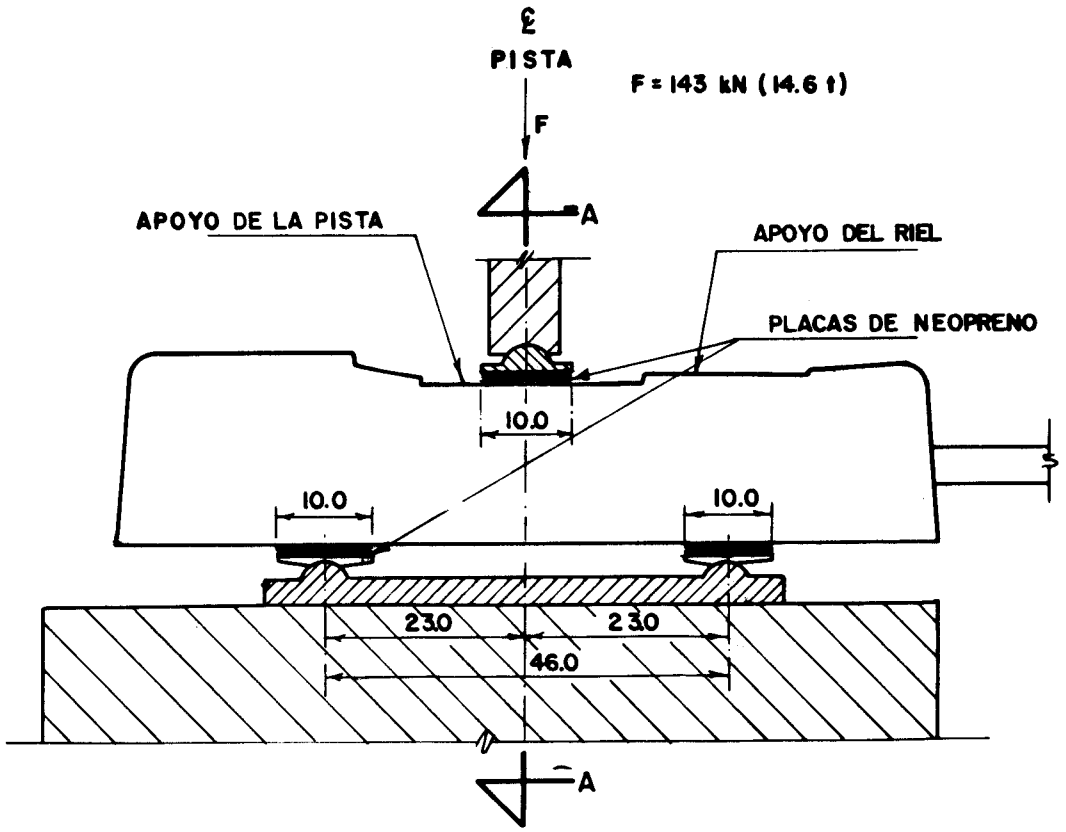
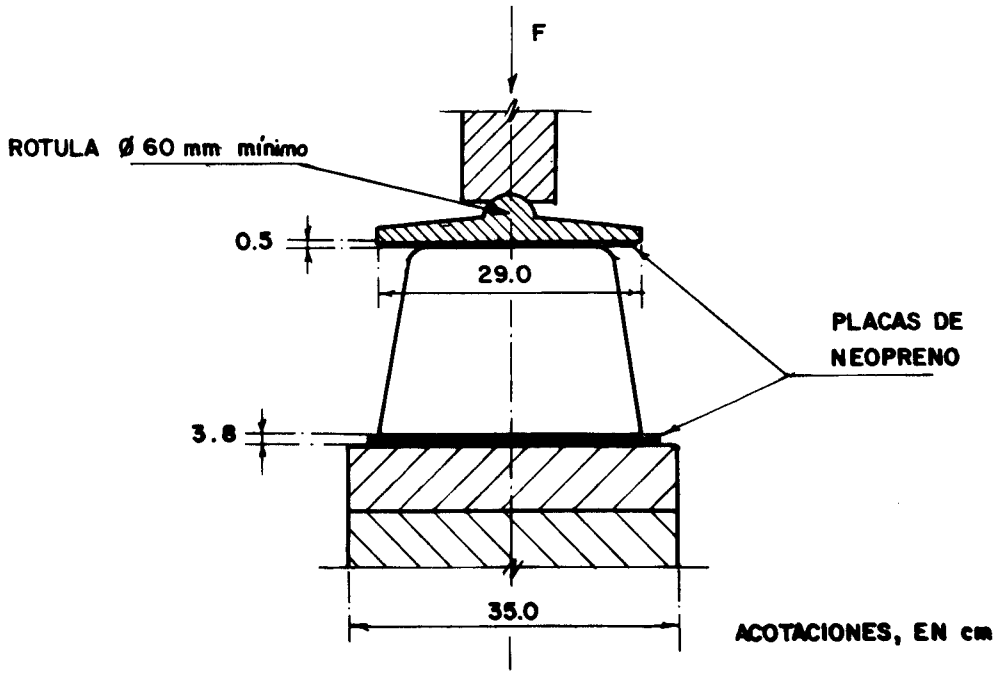


Fig 001 – 13 Condiciones de carga sobre los rieles para certificación de resistencia de los durmientes tipo "S"

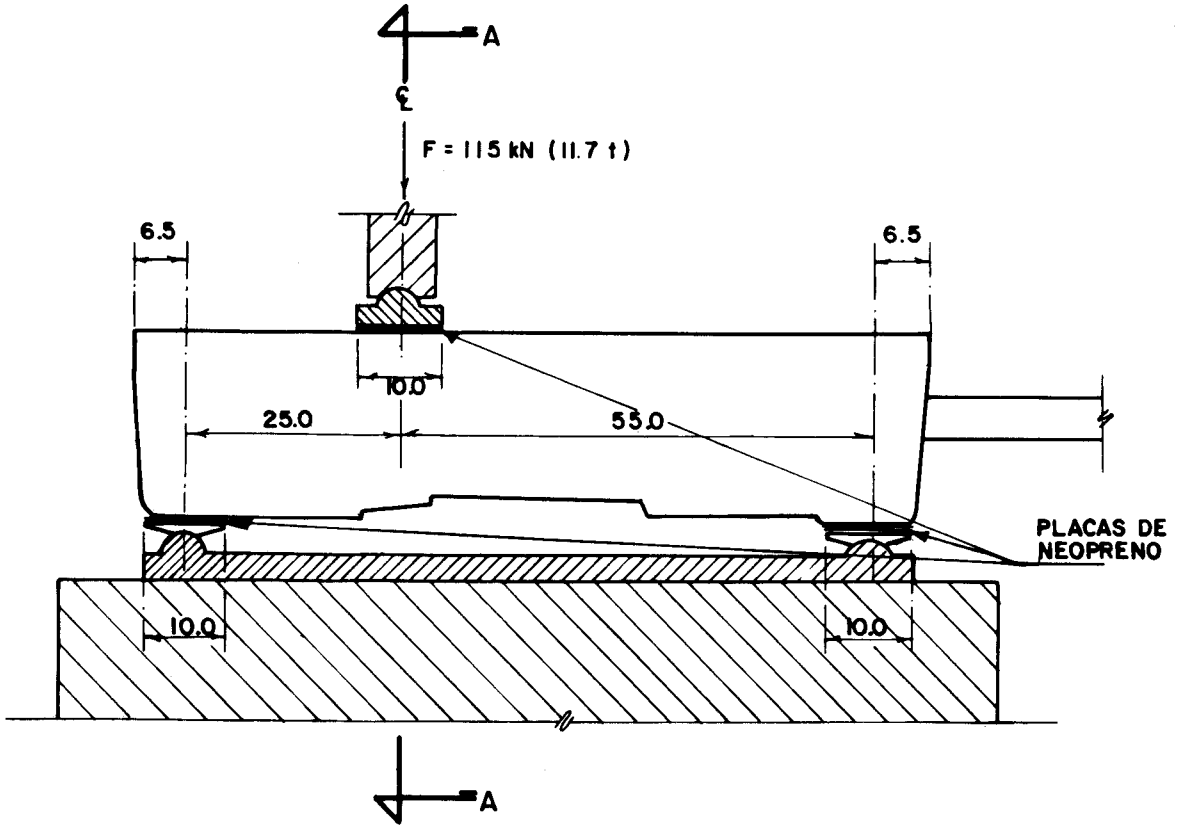


VISTA LATERAL

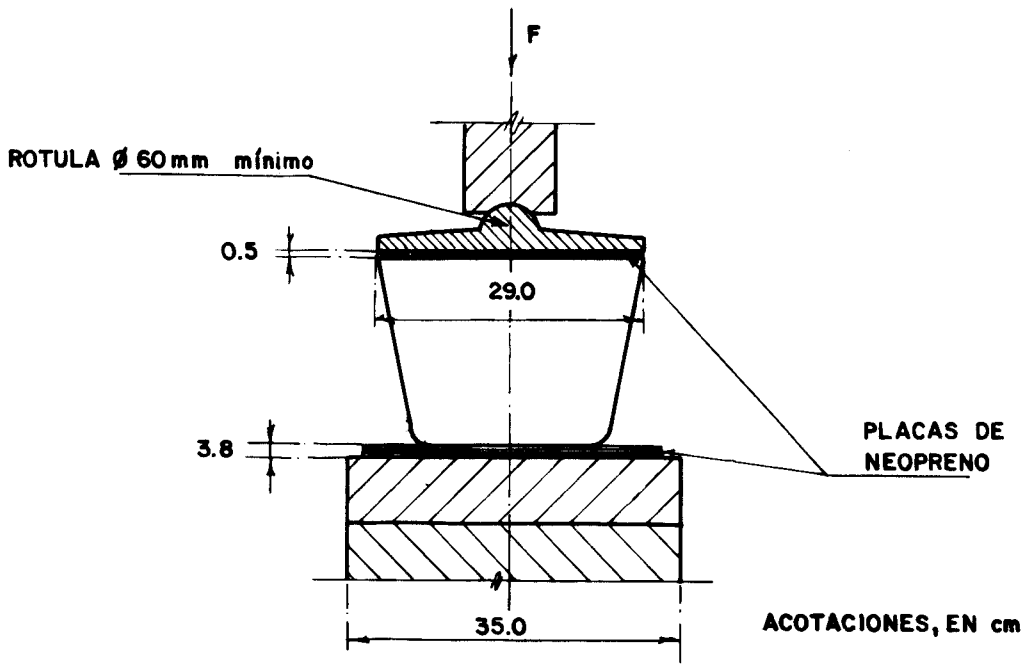


CORTE A-A

Fig 001-14 Ensaye "al derecho" del durmiente de concreto tipo "S". Carga sobre pista

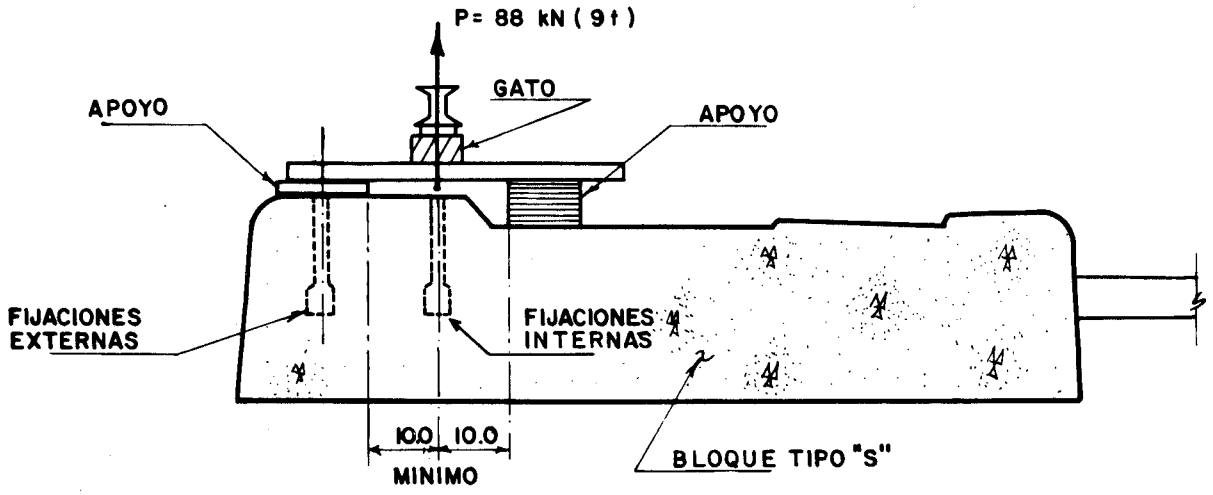


VISTA LATERAL

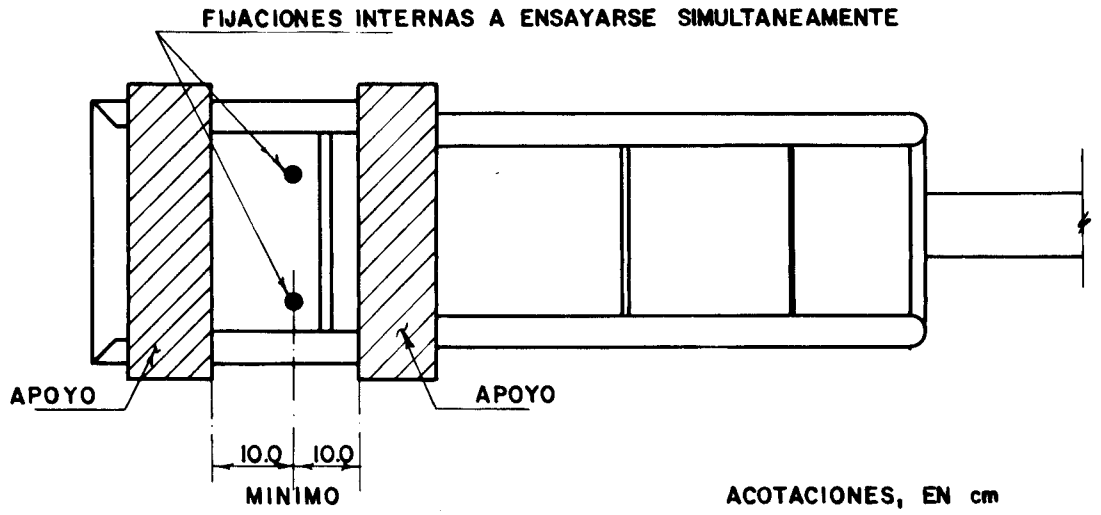


CORTE A-A

Fig 001-15 Ensaye "al revés" del durmiente tipo "S"

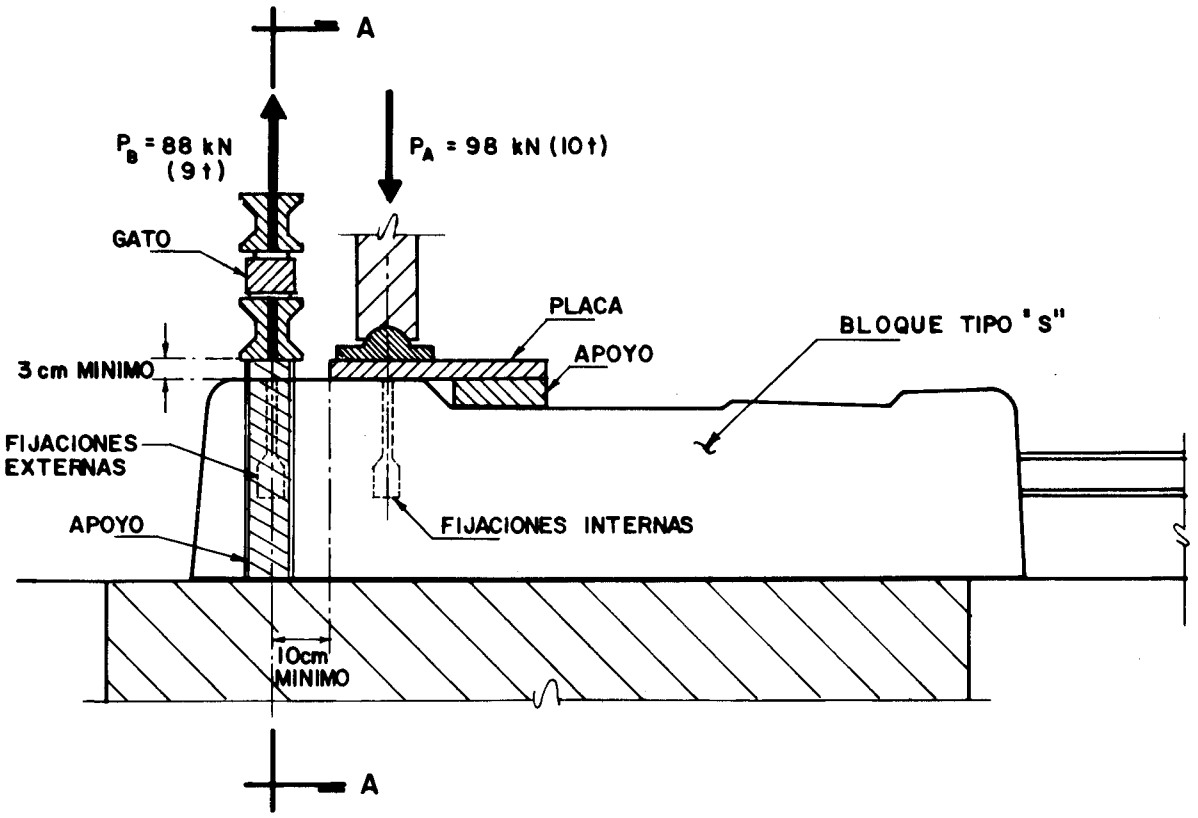


VISTA LATERAL

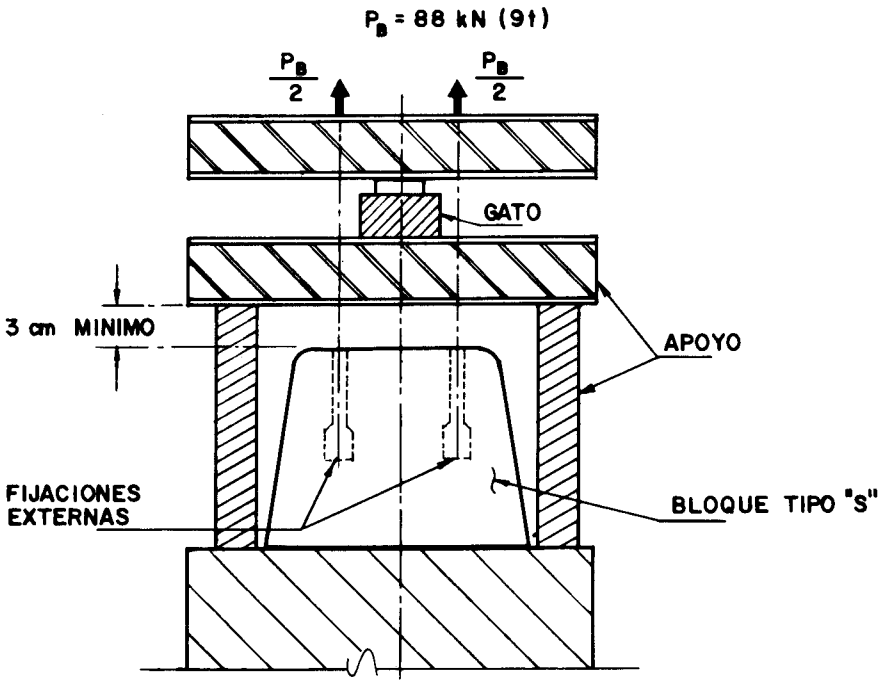


P L A N T A

Fig 001-16 Pruebas de extracción en las fijaciones para aisladores



VISTA LATERAL



CORTE A-A

NOTA : EL FABRICANTE DE LOS DURMIENTES PODRA PROPONER OTRA FORMA DE MONTAR LA PRUEBA, LA QUE DEBERA SER APROBADA POR EL REPRESENTANTE

Fig 001 - 17 Pruebas de extracción en las fijaciones para aisladores

001.B.03 DURMIENTES Y PIEZAS DE MADERA PARA LOS APARATOS DE VIA

001.B.03.a DESCRIPCION

Son los durmientes y elementos destinados para fijar los aparatos de vía en condiciones especiales, fabricados a partir de troncos de árboles sanos y vivos, de madera dura o semidura que haya sido previamente sometida al proceso de creosotado. Dichos elementos deberán cumplir con ciertas características tratadas en la presente especificación para proporcionar un adecuado soporte a los aparatos de vía del Metro de la Ciudad de México. En caso de que los durmientes se fabriquen con madera de azobhé, el creosotado no será necesario.

Usos. Los durmientes y elementos de madera son utilizados para equipar las vías del Metro con la finalidad de transmitir las cargas impuestas por los trenes a su paso y mantener la alineación de los aparatos de vía que conforman el sistema de vía. Por su constitución, este tipo de durmientes se podrá colocar de preferencia en las líneas que no estén a la intemperie, sin que esto sea limitativo; los durmientes que hayan sido sometidos al proceso de creosotado se utilizarán preferentemente en las vías a la intemperie.

001.B.03.b REFERENCIAS

Para la verificación de las características de los durmientes y piezas de madera para aparatos de vía, se hará uso como referencia en casos de que sean fabricados con madera de azobhé o madera dura de características similares, de la especificación 4.02.01.001.B.01 relativa a durmientes de madera.

001.B.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.B.03.c.01 Materiales

1. Los maderos deberán obtenerse de árboles sanos, de buena calidad, con fibras duras y compactas. Deberán constar de fibras rectas fuera del corazón, sin zonas blandas y libres de defectos que puedan tener efecto en su resistencia o su conservación, tales como nudos, fibras torcidas, intrusiones de corteza, piquetes profundos, agujeros de gusanos, podredumbre o recalentamientos superficiales, tanto en la madera como en sus nudos. No deberán tener huellas de heladas ni grietas que afecten o deformen la pieza. Los árboles incendiados o tocados por un rayo, deberán eliminarse.

2. Para el encino, se admitirán únicamente aquellas variedades que se comporten correctamente en la vía. Se excluirá, por ejemplo, el encino rojo americano (Quercus borealis), el encino de Marais (Quercus palustris), el encino verde (Quercus ilox) y el encino cabelludo (Quercus cerris).

3. Todos los maderos de este suministro, deberán provenir de árboles talados en vivo, sin savia, entre el final del otoño y el principio de la primavera (1 de septiembre a 1 de mayo) en el hemisferio norte, salvo circunstancias excepcionales aprobadas por el Representante. Los periodos entre la tala, el aserrado y la entrega en el lugar de utilización, serán convenidos de común acuerdo entre el ejecutor del contrato y el Representante. El proveedor deberá avisar oportunamente el lugar y el mes de la tala. El Representante se reservará el derecho de efectuar visitas a los lugares de tala y aserrado, para controlar el origen, la calidad y la preparación de los maderos, así como la época de la tala.

4. Los maderos, objeto de esta especificación, deberán ser trabajados correctamente. Se descortezarán en vivo; si ocasionalmente queda alguna capa (líber) de corteza deberá ser eliminada. Los nacimientos de ramas y otros salientes, se eliminarán completamente. Queda prohibido cualquier tratamiento que ocasione la obstrucción de los poros en los extremos.

5. Tanto los durmientes, como los maderos de los aparatos de vía deberán ser rectos y de forma regular. Las cuatro caras deberán cortarse con sierra formando aristas vivas de ángulo sensiblemente recto. No se admitirán defectos superficiales en la cara superior ni en la inferior.

6. En el plano horizontal se admitirá una curvatura simple regular, siempre y cuando la flecha no exceda de 1.5 por ciento de la longitud, con un máximo de 50 milímetros.

   La curvatura en el sentido vertical será una causa irrevocable de rechazo, permitiéndose como tolerancia máxima una flecha de 5 milímetros.

7. Los extremos se aserrarán perpendicularmente al eje longitudinal de la pieza, con una tolerancia de desviación máxima de 20 milímetros.

8. Se rechazará cualquier madero que tenga una grieta de más de 180 mm a partir de un extremo; si la grieta no alcanza esa extensión, podrá aceptarse la pieza si no se presenta otro defecto semejante y si puede cerrarse completamente por algún medio convenido con el Representante, tal como espina o tornillo. Si es necesario, los durmientes deberán prensarse para dicha operación. El costo de tales reparaciones será por cuenta del proveedor.

001.B.03.c.02 Almacenamiento

1. Durante todo su proceso desde el bosque, los aserraderos y los lugares de depósito hasta su entrega, los maderos deberán apilarse cuidadosamente en forma de huacales aislados del suelo. Los durmientes podrán sobreponerse hasta una altura máxima correspondiente a 15 camas; entre cada cama deberán colocarse separadores de madera de 100 x 100 mm aproximadamente; en cada cama se colocarán tres durmientes de 150 mm para que permitan la circulación del aire y dispuestos de tal manera, que se pueda transitar libremente a su alrededor para poder inspeccionar los extremos de las piezas.

2. Las pilas de durmientes serán protegidas contra el sol y la lluvia por un techado que tenga un buen aislamiento térmico. Se prohiben techados de lámina galvanizada y de vidrio.

   Para evitar que se agrieten, los durmientes recibirán antes de su entrega, en sus dos extremos sobre una extensión de por lo menos 5 cm, una

capa de un producto del tipo aprobado por el proyecto que restrinja la desecación y del cual el Representante deberá precisar el origen y la calidad.

001.B.03.c.03 Dimensiones

Los maderos suministrados bajo esta especificación, tendrán sección rectangular, 0.260 m de ancho x 0.150 m de espesor. Su longitud será variable entre 2.6 y 6.0 m. La sección deberá tener aristas vivas a todo lo largo del madero.

001.B.03.c.04 Tolerancias

Se admitirán las tolerancias señaladas en la tabla 001-8.

Tabla 001-8 Tolerancias para durmientes y piezas de madera

Dimensión	Tolerancias mm	
Largo	+ 25	− 15
Ancho	+ 0	− 10
Espesor	+ 5	− 5

001.B.03.c.05 Impregnación

De acuerdo con lo prescrito en 001.B.03.a, las maderos se creosotarán para garantizar su conservación. Dicho proceso y las condiciones técnicas necesarias para garantizar una correcta impregnación son las siguientes:

1. Creosota. Es un destilado de alquitrán de hulla obtenido en los hornos y alambiques de las fábricas de gas y en los hornos para la elaboración del coke para la industria metalúrgica. Queda prohibido agregar cualquiera de los siguientes productos al destilado del alquitrán o al redestilado de los aceites del alquitrán:

   — Residuos de la extracción o del refinado de los constituyentes del alquitrán por tratamiento químico o pirogenación (por ejemplo, los residuos del tratamiento químico de la naftalina o de los polvos de tratamiento del antraceno).

   — Aceites de desecho de la obtención del benzol.

   — Aceites de minerales o similares.

2. Características químicas. La creosota que se utilice, deberá cumplir con las características siguientes:

   — Contenido de agua: inferior a 1 por ciento en peso.

   — Punto de licuefacción: inferior o igual a 313 K (40°C); a dicha temperatura el residuo de filtrado no deberá exceder de 0.5 por ciento del peso de la creosota referido al estado anhidro.

   — Solubilidad en el benzol: el residuo de la solución en benzol, no deberá exceder de 0.2 por ciento del peso de la creosota referido al estado anhidro.

   — Prueba de destilación: la creosota deberá dar los siguientes pesos de destilado:

     Hasta 423 K (150°C): menos de 0.5 %.

     Hasta 473 K (200°C): menos de 40 %.

     Hasta 508 K (235°C): menos de 40 %.

     Residuo a 588 K (315°C): menos de 40 %.

   — Contenido de fenoles

     En el destilado a 523 K (250°C): 1 % en volumen como mínimo.

     En el destilado a 588 K (315°C): 3 % mínimo y 12 % máximo, en volumen.

   — Contenido de naftalina: 7 % mínimo y 20 % máximo, en peso.

   — Densidad a 313 K (40°C): la densidad relativa de la creosota deshidratada con respecto al agua, deberá estar comprendida entre 1.005 y 1.080.

3. Muestreo y pruebas de la creosota. Los muestreos y pruebas deberán hacerse en fábrica. Sin embargo, el Representante se reservará el derecho de obtener muestras y hacer pruebas en el sitio de utilización, para cualquier lote que no haya sido probado en fábrica. Los gastos originados por las pruebas anteriores, serán por cuenta del proveedor.

4. Secado de la madera antes de la impregnación

   — Antes de ser impregnados los maderos, se secarán al aire libre o al vapor, hasta que el recepcionista juzgue que su estado no compromete la inyección de la creosota o su repartición en las fibras.

   — Si el recepcionista juzgare necesario el secado al vapor, éste se efectuará en un cilindro bajo presión inferior a 2 kg/cm² con duración máxima de 20 horas y a una temperatura menor de 408 K (135°C). Deberán transcurrir cuando menos dos horas para alcanzar los máximos de presión y temperatura. El cilindro tendrá las aberturas necesarias para la circulación del vapor y el escape del aire; la operación se completará con un vacío mínimo de 60 cm de mercurio sostenido durante 15 minutos cuando menos. El agua de condensación se eliminará continuamente o con una frecuencia que garantice que su nivel no alcance nunca a los maderos; antes de introducir la creosota, deberá evacuarse totalmente.

5. Preparación de los lotes. Los maderos se manejarán en las instalaciones de impregnación por lotes homogéneos, es decir todas las piezas de un lote deberán ser de la misma naturaleza, tamaño y grado de sequedad.

6. Requisitos de una instalación típica de impregnación. Para poder aplicar los procedimientos Ruping

y Bethell, el equipo de impregnación de madera requerirá de los siguientes elementos:

— Un cilindro de impregnación con vía interior para transitar carros cargados de madera por impregnar y con un sistema de calefacción, que permita mantener la creosota a la temperatura requerida durante toda la operación.

— Un cilindro de alimentación que pueda alimentar al interior con creosota. Debe tener también un sistema de calefacción para llevar a la creosota con rapidez hasta una temperatura superior a la especificacada para la impregnación.

— Un cilindro de dosificación que permita medir la cantidad de creosota que se introduce a la madera mientras se sostiene la presión.

— Un depósito bajo, ligado a la parte interior del cilindro de impregnación que sirva para colectar la creosota durante el periodo de vacío subsecuente. Deberá también contar con un sistema de calefacción.

— Compresor y depósito de aire comprimido.

— Una bomba de vacío con capacidad suficiente para obtener un vacío de 65 cm de mercurio en 15 minutos dentro del cilindro de impregnación, con su carga normal de madera no creosotada.

— Una columna barométrica.

— Un condensador que recolecte los vapores aspirados por la bomba de vacío.

— Una bomba apropiada para los movimientos de creosota entre los diversos aparatos y depósitos.

— Depósitos de almacenamiento.

— Generador de vapor (caldera).

— Tubería y válvulas.

— Aparatos indicadores y registradores de presión, vacío, temperatura y nivel.

Todas las instalaciones deberán conservarse en perfecto estado de funcionamiento.

7. Procedimientos de creosotación

— Proceso Ruping simple o de células vacías con sobrepresión inicial:

Después de introducir las maderas sin creosotar en el cilindro de impregnación, éste se comunicará con el de alimentación por conducción de aire, que deberá contener la creosota a una temperatura entre 348 y 363 K (75° y 90°C). Se admitirá aire comprimido al interior de los dos cilindros; la sobrepresión inicial deberá ser de tal magnitud y duración, que las células retengan la cantidad unitaria requerida de creosota, después de eliminar el excedente durante la fase posterior de vacío.

A continuación, se llenará a presión constante, el cilindro de impregnación con la creosota que contenía el de alimentación. Terminada la sustitución de aire por creosota, se aislarán los cilindros por el cierre de válvulas, aplicándose progresivamente una presión a la creosota mediante el cilindrá de dosificación o excepcionalmente, con la ayuda de una bomba de presión. Esta nueva presión se mantendrá hasta obtener la mayor cantidad de inyección posible por unidad de volumen que podrá referirse a la dosificación prescrita mediante la aplicación de un vacío rápido, o bien la presión será sostenida hasta que el recepcionista se asegure de que se ha inyectado prácticamente el volumen máximo de creosota. Durante el periodo de presión la temperatura de la creosota deberá mantenerse entre 338 y 363 K (65 y 90°C) con un valor medio mayor o igual a 353 K (80°C).

Al terminar este periodo de presión se evacuará con rapidez la creosota, estableciendo inmediatamente el vacío en el cilindro de impregnación y manteniéndolo hasta que los maderos puedan retirarse sin que goteen. Los valores de la presión, del vacío y de la temperatura, así como los tiempos de su aplicación, se vigilarán y registrarán en gráficas para poder verificarla y obtener la mejor penetración de la creosota en la madera.

Al variar la intensidad de la presión inicial sobre la madera, se actúa sobre la cantidad de aire introducida en las células; dicha presión es inversamente proporcional al consumo de creosota. En el caso de una absorción insuficiente, podrá reducirse la sobrepresión inicial hasta un valor de medio kilogramo por centímetro cuadrado, según se necesite. La intensidad y duración de la presión inicial de aire, de la compresión de la creosota y de la fase final de vacío, variarán de acuerdo con la naturaleza de la madera y su grado de sequedad.

Como un ejemplo se dan a continuación los valores medios característicos de las diversas operaciones en el caso del encino:

Sobrepresión inicial: 2 a 4 kg/cm^2 durante 10 minutos.

Compresión de la creosota: 6 a 8 kg/cm^2 durante 1 a 3 horas.

Vacío: 60 cm de mercurio como mínimo, durante 25 a 35 minutos.

— Proceso Bethell o de células llenas:

La operación comenzará aplicando el vacío a las maderas sin creosotar. La intensidad y duración de dicho vacío deberán ser tales que provoquen el vaciado completo de aire y de humedad de las células, para permitir la retención de la cantidad de creosota prevista por unidad de volumen.

La creosota se introducirá al cilindro de impregnación entre 348 y 363 K (75 y 90°C),

mientras se mantiene el vacío en el interior, pero después de haber aislado la bomba de vacío. Una vez que se termine el llenado, se aplicará una presión progresiva a la creosota por medio del cilindro de dosificación y con ayuda de una bomba de presión. La presión se mantendrá hasta que se haya introducido la cantidad necesaria de creosota, para garantizar la retención requerida o bien hasta que el recepcionista se asegure de que se ha inyectado prácticamente el volumen máximo de creosota.

Al terminar la fase de presión, la creosota se evacuará completamente, estableciéndose a continuación un vacío de 60 cm de mercurio sostenido hasta que los maderos puedan retirarse sin gotear. Durante la fase de presión, la temperatura de la creosota se mantendrá entre 338 y 363 K (65 y 90°C) con una media superior o igual a 353 K (80°C).

Como ejemplo se dan a continuación los valores medios característicos de las diversas operaciones en el caso del encino.

Vacío: 65 cm de mercurio, como mínimo, durante 30 minutos.

Compresión de la creosota: 8 a 10 kg/cm^2 durante una hora como mínimo.

Vacío de exudación: 60 cm de mercurio, como mínimo durante 20 minutos.

8. Resultados por obtener

La absorción de creosota en la madera sana, será función de la naturaleza de la madera, de su origen y de su secado. En el caso del encino, la absorción que deba obtenerse, será de 60 kg/m^3 de madera, salvo que se llegue a la saturación de la madera antes de alcanzar este valor. Se establece que hay saturación cuando a presión constante se inyecta menos del 2 por ciento de la cantidad de creosota durante la última media hora, en la cual la razón de absorción decrece constantemente. Ningún lote impregnado deberá contener menos de 90 por ciento ni más de 110 por ciento de la cantidad de creosota prevista.

9. Control de la cantidad absorbida

La creosota retenida por las células de la madera se determinará con base en una temperatura de 313 K (40°C), bien sea por la lectura de los indicadores o mediante el peso de las vagonetas antes y después de la impregnación, determinado en básculas cuidadosamente comprobadas. Si se usa el proceso Ruping, será necesario sumar el peso de agua que se retuvo en el condensador a la diferencia de las pesadas antes y después del tratamiento, para obtener el valor exacto de la absorción.

10. Control de la calidad de la impregnación

La calidad de la impregnación se juzgará por la repartición de la creosota en el interior de la madera impregnable. La penetración se controlará por muestreos hechos con broca de obtención de muestras en los lugares que indique el recepcionista. Los muestreos anteriores se harán hasta que desaparezca el burbujeo producido por el aire comprimido al escapar de las células de la madera. El examen de las muestras deberá ser inmediato, pues la difusión de la creosota se efectúa con rapidez en todas las partes de la muestra, debido a sus pequeñas dimensiones. Deberá certificarse que toda la madera haya sido penetrada por la creosota, según lo indicado en 001.B.03.c.05(8).

001.B.03.c.06 Identificación

En cada una de las caras extremas, se marcará la longitud de la pieza. Además, una vez que se haya aceptado el durmiente, la identificación del proveedor, la identificación del tipo de madera y la del Representante se estamparán en ambos extremos. Asimismo, se acuñará la fecha de expedición (número de la semana y las dos últimas cifras del año de fabricación) y el tipo de madera, únicamente en uno de los extremos.

001.B.03.c.07 Bases de aceptación

1. Cada pieza será examinada para determinar su conformidad a la presente especificación. Dicho examen se hará normalmente en el almacén del proveedor, antes de su envío al fabricante de los aparatos de vía.

2. Toda pieza presentada deberá estar limpia, sin tierra, polvo, aserrín, etcétera.

3. Los lotes deberán ser homogéneos en longitud, para facilitar la verificación.

4. Se levantará un acta de cada lote revisado, redactada por el recepcionista y firmada de conformidad por el representante del proveedor.

5. Dicha acta servirá para autorizar el envío del lote al fabricante de los aparatos de vía, pero el proveedor sguirá siendo responsable del suministro en las condiciones fijadas por la especificación general para la construcción de los aparatos de vía.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. C

PISTA, RIEL DE SEGURIDAD Y BARRA GUIA

001.C.01 PISTA METALICA FRANCESA

001.C.01.a DESCRIPCION

Es un perfil metálico tipo I de alas anchas y caras exteriores paralelas, destinado a servir de pista de rodamiento para los trenes con rueda neumática del Metro de la Ciudad de México.

001.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Ensaye de tracción de acero	AFNOR NF-A-03-151
Ensaye de doblado en acero	AFNOR NF-A-03-157
Aceros de construcción de uso general	AFNOR NF-A-35-501

001.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.C.01.c.01 Materiales

Los perfiles serán de acero del tipo E-24-2-NE definido por la norma francesa A 35-501 y que tiene la siguientes características mecánicas:

— Esfuerzo de ruptura R: 36.0 daN/mm² (3670 kg/cm²) $\leq$ R $\leq$ 44.0 daN/mm² (4490 kg/cm²).

— Alargamiento: A$\geq$28%.

— Doblado en frío a 180°: No deben existir grietas o desgarres en el metal.

001.C.01.c.02 Requisitos quimicos

1. En el producto terminado:

   Carbono : $\leq$0.200 %

   Fósforo : $\leq$0.055 %

   Azufre : $\leq$0.055 %

   Nitrógeno: : $\leq$0.008 %

2. Sin embargo, el fabricante deberá proporcionar al Representante los resultados de los análisis sobre lingotes de acería efectuados durante cada colada para permitir controlar la siguiente composición química:

   Carbono : $\leq$0.180 %

   Fósforo : $\leq$0.050 %

   Azufre : $\leq$0.050 %

   Nitrógeno : $\leq$0.007 %

3. Para este efecto, cada colada es analizada en el laboratorio del proveedor y los resultados se anotarán en un registro que le será entregado al Representante en el sitio cada vez que éste lo solicite.

001.C.01.c.03 Fabricación

El procedimiento de elaboración del acero se deja a elección del proveedor, quien deberá notificarlo al Representante antes de la fabricación.

Los perfiles se sacan de lingotes parciales laminados o de empaquetados, dependiendo del tipo de colada que se emplee, clásica o continua, respectivamente.

Antes de empezar la fabricación, el proveedor preparará dos series de escantillones machos y hembras que permitan la verificación del perfil teórico de las barras por fabricar, así como dos series de escantillones de mínimo y máximo correspondientes a las toletancias sobre las dimensiones prescritas. Todos los escantillones necesarios para el control de la fabricación serán manufacturados por el proveedor y presentados al Representante para su aprobación. Una serie de todos los escantillones estampados para constancia de aprobación, quedará en posesión del Representante. Sólo serán validos para efecto de control, los escantillones estampados por este último.

1. Afine y laminado

   — Lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica. La sección inicial de los lingotes debe ser cuando menos veinte veces mayor que la del perfil por laminar.

     Los lingotes deben conservarse en posición vertical hasta su solidificación y no deben enfriarse artificialmente.

     Cualquiera que sea el sentido en que se presenten los lingotes al laminado, las expresiones "barra o recorte de cabeza", "cabeza de una barra", "barra o recorte de pie", "pie de una barra", designan respectivamente la barra, el recorte o el extremo de una barra, la más cercana, ya sea de la cabeza o del pie del lingote.

   — Lingotes abtenidos con empaquetados de colada continua.

     La sección inicial de los lingotes deberá ser cuando menos ocho veces mayor a la del perfil por laminar.

En ambos casos, el laminado debe ejecutarse en caliente mediante un método adecuado para evitar el riesgo de grietas en las alas del perfil.

2. Recorte

— Lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica. Los lingotes y las barras laminadas deben ser suficientemente saneados tanto en la cabeza como en el pie para que los perfiles cumplan con las condiciones de la presente especificación.

Los recortes de cabeza y de pie deben ser lo suficientemente largos para que se le puedan tomar las muestras que se prevén en 001.C.01.06.

— Lingotes obtenidos con empaquetados de colada continua. El primero y el último empaquetado de cada colada deberá ser saneado en la cabeza y en el pie para que los perfiles cumplan con las condiciones de la presente especificación.

3. Enfriamiento

Después del laminado, los perfiles deben enfriarse en una posición tal que el enderezado consecutivo se reduzca al mínimo.

4. Terminado

Las caras y los extremos de los perfiles deben estar exentos de cualquier defecto perjudicial y en particular de fisuras longitudinales, grietas, escamas, oquedades y faltas de metal.

— Las líneas no son consideradas sistemáticamente como defectos redhibitorios. Su nocividad será apreciada por el Representante en función de la importancia de las mismas (profundidad, abertura, longitud). Los rechazos se decidirán basándose en este criterio.

— Los defectos superficiales serán sondeados con herramienta adecuada por el Representante, quien juzgará si el defecto pueda afectar el buen servicio del perfil.

— Las oquedades y escamas ligeras pueden eliminarse por esmerilado, sólo si el Representante considera que los perfiles así retocados podrán utilizarse sin inconveniente. Por otra parte, los defectos localizados en las caras exteriores de las alas se rellenarán con soldadura eléctrica, siempre y cuando el Representante lo juzgue necesario.

— Cualquier operación en frío o en caliente que tenga por objeto corregir un defecto diferente a los mencionados en los párrafos anteriores, está formalmente prohibida, a menos que se cuente con la autorización del Representante para su ejecución.

— La apreciación del carácter perjudicial de ciertos defectos, así como la oportunidad de ciertas reparaciones que den lugar a controversia, serán sometidas a la decisión arbitral del Representante.

5. Acabado final

— El enderezado debe efectuarse en frío mediante acción progresiva y sin golpes.

— La puesta a longitud también se efectuará en frío, con fresa o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas resultantes del fresado se quitan con lima o con cualquier otro medio, a condición que no resulte ningún biselado sensible del perfil. Queda prohibido componer con martillo.

6. Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias del perfil serán las indicadas en la fig 001-18, tomando en cuenta lo siguiente:

— Las barras serán entregadas en tramos de 18.00 m de largo.

— Se aceptarán barras inferiores a los 18.00 m hasta una cantidad igual al 15 por ciento del peso total del pedido.

Estas últimas barras deberán tener una longitud comprendida entre 9.00 m (incluido) y 18.00 m, y serán entregadas en largos múltiples de 0.75 metros.

— En la abertura de las superficies de embridado (cota comprendida entre las intersecciones de los asientos y controlada en los extremos de los perfiles) podrá admitirse una tolerancia de $\pm$ 1 mm sobre el 40 por ciento como máximo de las barras recepcionadas. Las barras para las cuales se respetará la tolerancia de $\pm$ 0.5 mm, serán marcadas con pintura conforme a las indicaciones correspondientes dadas en 001.C.01.c.03 (8).

Independientemente de la verificación hecha en los extremos, la abertura de las superficies de embridado será verificada a la mitad de las barras. La tolerancia admitida en este punto será de $\pm$ 1 milímetro.

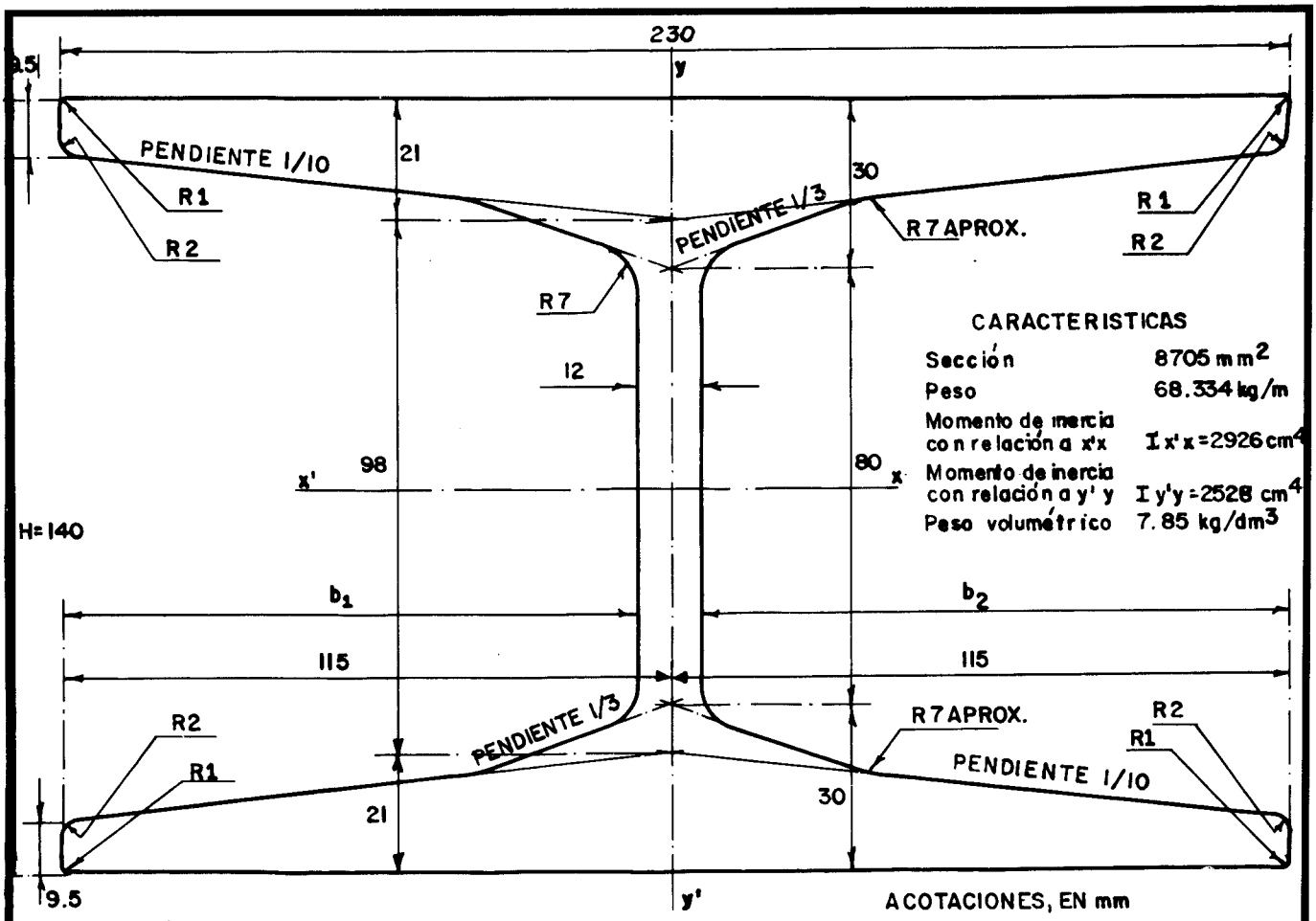
— En la verificación de la inclinación del alma, los apoyos del escantillón sobre el alma del perfil deberán estar distantes entre sí por lo menos 70 milímetros.

— El control del enderezado se hará por medio de una regla de 1.50 m de largo, en cada extremo sobre una longitud igual a la de la regla. Entre las dos zonas extremas de 1.50 m así definidas, el control del enderezado se hará a ojo.

— La superficie de rodamiento deberá ser plana, pero podrá admitirse una concavidad transversal del perfil cuya flecha máxima será de 0.8 mm medida en una cuerdo igual al ancho del perfil y será verificada en toda la longitud de la barra.

7. Peso

El peso normal admitido por unidad de longitud se calculará tomando como densidad del metal



A) PERFIL

Altura, medida en el eje del perfil	± 2 mm
Ancho de las alas	± 3 mm
Espesor del alma	± 0.75 mm
Inclinación de los asientos de planchuelas (Verificado sobre una base de 30 mm paralela al asiento de planchuelas teórico)	± 0.80 mm
Abertura de los asientos de planchuelas (Dimensión comprendida entre las intersecciones de los asientos y controlada en los extremos de los perfiles)	± 0.50 mm
Inclinación del alma medida sobre la altura total del perfil	± 0.80 mm
Asimetría de las alas respecto al eje vertical	$\frac{b_1 - b_2}{2} \leq 3$ mm

B) PARALELISMO DE LAS ALAS

En los extremos del perfil, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas	≤ 2 mm
A lo largo de la barra, diferencia entre las alturas medidas en los bordes de las alas	≤ 2.5 mm
Concavidad transversal del perfil	≤ 0.8 mm

C) LONGITUD DE LAS BARRAS

Medida a media altura del perfil hasta 18 m, inclusive	≤ 2 mm

D) ESCUADRADO DE LOS EXTREMOS

En el sentido vertical	± 1 mm
En el sentido horizontal	± 2 mm

E) ENDEREZADO

Flecha en el sentido vertical y horizontal (medida con una regla de 1.50 m colocada en los extremos)	± 0.8 mm

Fig 001-18 Tolerancias en las dimensiones de la pista metálica francesa

7.85, por lo que el peso normal métrico de las barras será igual a 68.334 kg/m.

— Para cada fabricación, el peso de las barras entregadas se evalúa multiplicando la longitud total por el peso promedio métrico que resulta de la pesada de veinte barras escogidas, la mitad por el Representante y la otra mitad por el fabricante.

El peso así evaluado no debe desviarse más del 2 por ciento en más o en menos del peso normal. Por debajo del 2 por ciento las barras ligeras pueden ser separadas por el proveedor y el lote así escogido puede presentarse nuevamente para recepción. Arriba del 2 por ciento el excedente en peso no será pagado al proveedor.

8. Marcas

Las marcas que deberán llevar los perfiles son las siguientes:

Marcas en relieve llegadas del laminado. En una de las caras del alma, en caracteres de 1 a 1.5 mm de espesor y de 20 a 35 mm de altura:

— La marca de la fábrica productora.

— Las dos últimas cifras del año de fabricación.

— Una flecha cuyo sentido indica la cabeza del lingote o el sentido del laminado en el caso de perfiles provenientes de lingotes obtenidos con empaquetados de colada continua.

Marcas estampadas en caliente

a) Lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica. Estas marcas se estamparán en la cara del alma que tenga las marcas en relieve, a 1.50 m del extremo más cercano a la cabeza del lingote y serán las siguientes:

— La marca convencional que representa el número de la colada.

— Las letras A, B, C, . . . Z, que indican la barra de cabeza, la siguiente, etc., reservando la letra Z para la barra de pie.

— El número del lingote: 1, 2, 3, etcétera.

Las extracciones de cabeza y de pie que se prevén en 001.C.01.c.04 (Condiciones de recepción) también tendrán la marca del número del lingote y la marca convencional de la colada.

b) Lingotes obtenidos con empaquetados de colada continua. En la cara del alma que tenga las marcas en relieve, a 1.50 m del extremo más cercano del lado cabeza de barra:

— La marca convencional que representa el número de la colada.

— Las letras A, B, C, . . . M que indican las marcas de las barras en la sucesión del laminado para un mismo lingote.

— El número de lingote: 1, 2, 3, etc., según el orden del laminado.

Las extracciones que se prevén en 001.C.01.c.04 (Condiciones de recepción) también tendrán las marcas de la barra con la que son contiguas.

En ambos casos el sentido de lectura de las marcas estampadas en caliente debe ser el mismo que el de las marcas provenientes del laminado.

Marcas estampadas en frío. Después del acabado final, en un extremo:

— Reproducción de las marcas contrastadas en caliente.

Marcas con pintura. Se harán con pintura indeleble de color blanco y puestas por el proveedor para pemitir:

— La clasificación de los perfiles de acuerdo a su altura real.

— La clasificación de los perfiles de acuerdo a su ancho real.

— El señalamiento de los anchos de alas desiguales.

— La distinción de los extremos de perfiles, cuyas superficies de embridado respetan la tolerancia de $\pm$ 0.5 milímetros.

Estas marcas colocadas entre 0.75 m y 1.50 m de los extremos se realizan conforme a las siguientes disposiciones:

a) Clasificación de las alturas. En la cara del alma que tiene las marcas en relieve, pintar de acuerdo con la altura H, medida en el eje del perfil:

— El signo − si: Ho-2 mm$\leq$H$\leq$Ho − 0.6 mm.

— La letra N si: Ho − 0.6 mm $\leq$ H $\leq$ Ho + 0.6 mm.

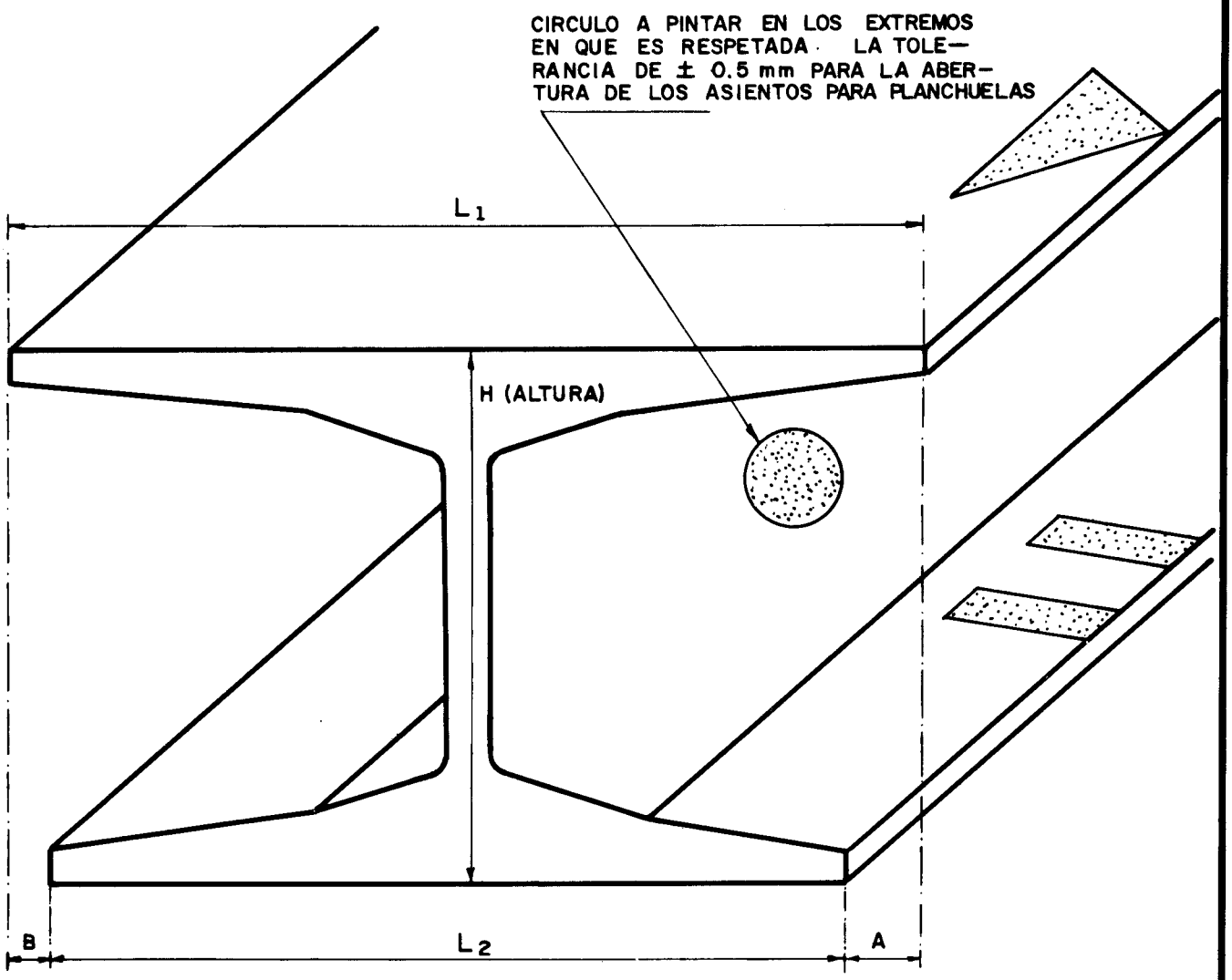
— El signo + si: Ho + 0.6 mm $<$ H $\leq$ Ho + 2 mm.

siendo Ho = altura nominal del perfil = 140 mm.

b) Señalamiento de los anchos desiguales (medidos en cada cara). En la cara correspondiente al mayor ancho (L1), se deberá pintar un triángulo cuyo vértice coincida con el borde del ala que sobresalga más, como lo indica la fig 001-19.

c) Clasificación de los anchos. En el caso de anchos desiguales esta clasificacón se hará basándose en el ancho menor (L2).

Las marcas indicadas a continuación son puestas en el interior del perfil sobre cualquier ala en el caso de las alas de anchos iguales o en el caso de anchos desiguales, sobre el ala tomada como base de clasificación, a la vertical del triángulo de señalamiento (ver fig 001-19).



$L_1 > L_2$

$A > B$

Fig 001 – 19 Marcación con pintura de los perfiles para pistas de rodamiento

— Una raya si: Lo − 2 mm $\leq$ L2 $<$ Lo − 1 mm.

— Dos rayas si: Lo − 1 mm $\leq$ L2 $\leq$ Lo + 1 mm.

— Tres rayas si: Lo − 1 mm $<$ L2 $\leq$ Lo + 3 mm.

siendo Lo = ancho nominal del perfil y L2 = ancho medido.

d) Señalamiento de las tolerancias sobre la abertura de las superficies de embridado

En la cara del alma que tiene las marcas en relieve, pintar un círculo blanco en cada extremo para el cual la tolerancia de la abertura de los asientos de emplanchuelado no excede ± 0.5 mm (fig 001-19).

No pintar nada en los extremos si esta tolerancia es excedida.

Remarcado. Si las marcas llegan a desaparecer como consecuencia del recorte de una barra, estas deberán ser reproducidas en presencia del Representante.

001.C.01.c.04 Condiciones de recepción

1. El Representante tiene derecho a seguir, de día y de noche y durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido, la fabricación en todos sus detalles, a presenciar todas las pruebas referentes a las coladas que le son destinadas y de conocer sus resultados, así como de efectuar todas las verificaciones necesarias para asegurarse de que todas las condiciones de fabricación previstas son respetadas; para esto, el proveedor deberá avisar con anterioridad mínima de 5 días, la fecha y la hora previstas para el inicio de la fabricación.

2. Los perfiles se presentan para recepción al estado de entrega en la fábrica, clasificados por colada.

3. Las extracciones de cabeza y de pie de los lingotes (en el caso de lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica) son clasificadas por coladas; los números de las coladas (o sus marcas convencionales) y de los lingotes deben quedar bien visibles. Las muestras necesarias para la prueba serán obtenidas de las extracciones y seleccionadas por el Representante dentro de un plazo máximo de 72 horas después del laminado de las barras; después de este tiempo, la selección podrá efectuarla el fabricante, pero deberá conservar las extracciones con sus marcas.

001.C.01.c.05 Proporción de las pruebas

Se realizará una serie de las pruebas previstas en 001.C.01.c.07, sobre cada colada.

001.C.01.c.06 Toma de las muestras

Las muestras destinadas a la preparación de las probetas son señaladas y estampadas bajo el control del Representante.

Si durante la preparación de las probetas, ciertas señales o marcas de golpe desaparecen, éstas se repondrán en presencia del Representante.

1. En el caso de perfiles provenientes de lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica, las probetas para ensayo de tracción serán tomadas de los recortes de pie (lado pie de las barras Z) y para el ensayo de doblado serán tomadas de los recortes de cabeza (lado cabeza de las barras A).

   — En el caso de perfiles provenientes de lingotes obtenidos de empaquetados de colada continua, estas probetas se tomarán a elección del Representante de entre las muestras tomadas durante el laminado.

   — Para estos ensayes, las probetas serán recortadas de una de las alas del perfil; su eje longitudinal, paralelo al sentido del laminado, estará situado en el tercio exterior de la semiala.

2. Para el análisis químico sobre la colada, el Representante tomará una muestra de 0.35 m de las muestras de cabeza provenientes de tres lingotes de cada colada, o utilizará uno de los tres lingotes pequeños resrevados para este efecto.

   En el caso de la colada continua, la muestra se tomará entre los especímenes de lingotes de cada colada o entre los lingotes pequeños reservados para este efecto.

   Se escogerá una de las muestras o uno de los lingotes pequeños para pruebas, y las otras quedarán reservadas para pruebas complementarias eventuales.

001.C.01.c.07 Pruebas

Las probetas serán preparadas conforme a las indicaciones dadas a continuación para cada una de ellas. Se trabajarán en frío y no deberán sufrir ninguna operación de martilleo, deformación en frío, temple o recocido.

1. Verificación de las dimensiones y del aspecto. Se llevará a cabo siguiendo cualquier método estimado conveniente por el Representante y principalmente con la ayuda de los escantillones previstos para el caso. El número de perfiles examinados se dejará a elección del Representante.

2. Ensaye de tracción. Se efectuará en probetas prismáticas, según las modalidades de la norma francesa A-03-151. El ancho de las probetas será de 26 mm y el espesor de 12 mm aproximadamente. Deberán conservarse las dos cáscaras de laminado de la cara de rodamiento.

   El ensaye se realizará conforme a las recomendaciones de la norma de referencia NF-A-03-151 citada en 001.c.01(b) de esta especificación.

   Para cada probeta se registrará:

   — La carga de ruptura R.

   — El alargamiento a la ruptura A expresado en porcentaje de la longitud inicial entre marcas de referencia.

3. Ensaye de doblado en frío. Será efectuado en probetas rectangulares, según las modalidades de la

norma de referencia NF-A-03-157 citada en 001.c.01(b) de esta Especificación.

El ancho de las probetas será de 30 mm y el espesor de 12 mm aproximadamente; deberán conservarse las dos cáscaras del laminado de la cara de rodamiento y la cara maquinada deberá quedar en el interior del doblez.

El doblez se realizará en frío sobre un mandril de 12 mm de diámetro, hasta que las dos partes lleguen al paralelismo (180°).

4. Análisis químico. El fabricante entregará al Representante, en forma de certificados, los registros que dan la composición química de los lingotes chicos de todas las coladas que forman parte de la fabricación.

   Estos análisis comprenden la cantidad de carbono, fósforo, azufre y nitrógeno.

   El Representante asistirá, cada vez que lo juzgue útil, a la ejecución de los análisis en el laboratorio de la fábrica.

   Si el Representante estima que hay motivo para proceder a algunos análisis de control, las muestras reservadas con ocasión de las extracciones sobre colada (001.C.01.c.06(2)) serán enviadas, después de haber sido provistas de todas las marcas necesarias para su identificación, a un laboratorio aprobado por ambas partes. Además del análisis sobre colada, se procederá al análisis químico del metal previa extracción sobre el producto terminado, a razón de un análisis por colada.

001.C.01.c.08 Bases de aceptación

Para que el lote pueda recibirse, deberán cumplirse las condiciones impuestas.

Sin embargo, si dentro de las pruebas correspondientes a un lote presentado en recepción, una probeta no satisface las condiciones fijadas, se rechazarán las barras contiguas a la muestra de la que haya sido tomada la probeta mencionada.

Se procede, entonces, a dos pruebas complementarias de la misma naturaleza:

— Una sobre una nueva muestra tomada en el otro extremo de la barra rechazada.

— Otra, a elección del Representante, sobre una de las muestras semejantes reservadas durante las extracciones iniciales.

Si el proveedor lo solicita, los dos ensayes complementarios podrán hacerse sobre las dos muestras así reservadas. En este caso, todos los perfiles provenientes de lingotes de colada clásica, o en el caso de la colada continua al que pertenecía la muestra defectuosa, serán rechazados.

Si los dos ensayes complementarios son satisfactorios, el resto del lote será aceptado. En caso contrario será rechazado.

Los perfiles aceptados serán contrastados en sus extremos por el Representante.

Los perfiles rechazados son marcados cerca del número de colada con señales convencionales indelebles.

001.C.01.c.09 Garantía

Los perfiles serán garantizados por el proveedor durante cinco años contra cualquier defecto imputable a la fabricación y no descubierto en el momento de su recepción en la fábrica. Este plazo expirará el 31 de diciembre del quinto año, contado a partir del año de fabricación que aparece en el alma de los perfiles.

Si durante este plazo deben retirarse perfiles del servicio debido a rotura o defecto, se procederá a un examen contradictorio entre el proveedor y el Representante. Si se reconoce la responsabilidad del proveedor, los perfiles deberán ser, de común acuerdo, sustituidos gratuitamente o bien pagados como nuevos en el momento del retiro de los perfiles defectuosos.

1. Las barras defectuosas se quedarán como propiedad del Representante. Sin embargo a solicitud del proveedor se tendrán a su disposición, tramos extraídos de las barras defectuosas en las partes de esas mismas barras escogidas por él, para permitirle investigar las causas del defecto. Estos tramos estarán a disposición del proveedor en la Ciudad de México; los gastos de transporte a la fábrica, en su caso, serán por cuenta del proveedor.

2. Los retiros de perfiles, sometidos a garantía, efectuados en el transcurso de un año, serán notificados al proveedor en una o varias veces a más tardar el 31 de marzo del año siguiente. El proveedor tendrá sesenta días calendario, contados a partir de la notificación para comunicar sus observaciones; pasado este plazo, se considerará que el proveedor acepta satisfacer sin reserva las obligaciones estipuladas en la garantía.

001.C.01.c.10 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente están a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contratante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.C.02 PISTA METALICA EN ACERO A-36

001.C.02.a DESCRIPCION

Es un perfil metálico tipo I de alas anchas y caras exteriores paralelas, destinado a servir de pista de rodamiento para los trenes con rueda neumática del Metro de la Ciudad de México.

001.C.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de prueba mecánica para productos de acero	NOM B-172
Requisitos generales para la entrega de planchas, placas, perfiles, tablestacas y barras de acero laminado en caliente para uso estructural	NOM B-252
Acero estructural	NOM B-254

001.C.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.C.02.c.01 Materiales

Los perfiles serán de acero estructural tipo A-36, definido por la norma NOM B-254, con las siguientes características mecánicas:

— Tensión de ruptura: 40.0 daN/mm² (4080 kg/cm²) $\leq R \leq$ 55.0 daN/mm² (5610 kg/cm²).

— Límite de fluencia, mínimo: 24.7 daN/mm² (2520 kg/cm²).

— Alargamiento en 200 mm de longitud calibrada, mínimo: 20 %.

— Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo: 21 %.

001.C.02.c.02 Requisitos químicos

1. Cada colada deberá respetar la siguiente composición química:

Carbono	$\leq$ 0.26 %
Fósforo	$\leq$ 0.04 %
Azufre	$\leq$ 0.05 %
Manganeso	0.30 % $\leq$ Mn $\leq$ 0.90 %
Nitrógeno	$\leq$ 0.008 %

2. El producto terminado deberá tener la composición siguiente:

Carbono	$\leq$ 0.30 %
Fósforo	$\leq$ 0.05 %
Azufre	$\leq$ 0.06 %
Nitrógeno	$\leq$ 0.009 %
Manganeso	0.30 % $\leq$ Mn $\leq$ 0.90 %

001.C.02.c.03 Fabricación

El acero empleado en la fabricación de las pistas deberá ser no efervescente y obtenerse por uno o más de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico. Los resultados de los análisis químicos de las coladas serán anotados en un registro que será entregado de inmediato al Representante cada vez que lo solicite. Los datos del registro harán las veces de autorización de la colada.

Antes de empezar la fabricación, el proveedor preparará dos series de escantillones, machos y hembras, que permitan la verificación del perfil teórico de las pistas por fabricar, así como dos series de escantillones de mínimo y máximo correspondientes a las tolerancias sobre las dimensiones especificadas. Todos los escantillones necesarios para el control de la fabricación serán manufacturados por el proveedor y los someterá ante el Representante para su aprobación.

Una serie de todos los escantillones estampados para constancia de aprobación, quedará en posesión del Representante; para efectos de control, sólo serán válidos los escantillones marcados por el Representante.

1. Laminado

   La sección transversal del lingote deberá ser cuando menos 20 veces mayor que la del perfil que se va a laminar; los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán enfriarse artificialmente.

   El laminado será ejecutado con el objeto de obtener superficies lisas y uniformes.

2. Recorte

   Los lingotes y los perfiles laminados deberán ser saneados suficientemente en los dos extremos, para que las pistas cumplan con las condiciones de la presente especificación.

   Los recortes obtenidos deberán tener un largo suficiente para permitir la toma de las muestras previstas en 001.C.02.c.04(1).

3. Enfriamiento

   Las barras deberán dejarse enfriar en una posición tal, que las deformaciones producidas por el enfriamiento lleguen a ser, en todo lo posible, sensiblemente rectilíneas.

   Durante toda la duración del enfriamiento hasta alcanzar temperatura ambiente, las pistas deberán estar protegidas contra la lluvia y contra cualquier contacto fortuito con el agua.

4. Terminación

   Las caras y los extremos de las pistas deberán estar exentas de fisuras, grietas, rebabas, rechupes o cualquier otro defecto perjudicial para el uso del producto. Los defectos superficiales serán sondeados por el Representante con herramienta adecuada.

   - Las oquedades y escamas ligeras podrán eliminarse esmerilando si el Representante considera que los perfiles así corregidos podrán utilizarse sin inconveniente. Por otra parte, los defectos que afecten a las caras exteriores de las alas se rellenarán con soldadura eléctrica, siempre que el Representante lo juzgue necesario.

   — Cualquier operación, sea en frío o en caliente, que tenga por objeto ocultar un defecto, está formalmente prohibida.

5. Acabado final

— El enderezado en frío deberá efectuarse mediante acción gradual sin golpes, para evitar cualquier alteración del metal.

— El ajuste de longitud se realizará en frío, con sierra o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas resultantes del corte serán quitadas con lima; está prohibido arreglarlas con martillo.

Las pistas deberán ser estibadas en la forma en que el proveedor lo recomiende.

6. Dimensiones

Las dimensiones del perfil deberán ser las indicadas en la fig 001-18 de la Especificación 4.02.01.001.C.01 tomando en cuenta las tolerancias siguientes:

— Las pistas serán entregadas en tramos de 12.00 m de largo.

— Se aceptarán pistas de longitud inferior a los 12.00 m hasta una cantidad igual al 15 por ciento del peso total del pedido.

Estas últimas pistas deberán tener una longitud comprendida entre 9.00 m (incluido) y 12.00 m, y serán entregadas en largos múltiplos de 0.75 m. El fabricante deberá revisar, sin embargo, la factibilidad de suministrar pistas de rodamiento con una longitud hasta de 18.00 m y entregar un informe del mismo.

7. Tolerancias en el perfil

— Altura medida en el eje del perfil: $\pm$ 2 mm.

— Espesor del alma: $\pm$ 0.75 mm.

— Ancho del perfil: $\pm$ 3 mm.

— Inclinación de las superficies de embridado (verificado sobre una base de 30 mm paralela al asiento del emplanchuelado teórico): $\pm$0.8 mm.

— Abertura de las superficies de embridado (cota comprendida entre las intersecciones de los asientos con el eje vertical y controlada en los extremos de los perfiles): $\pm$ 0.5 mm. Podrá admitirse una tolerancia de $\pm$ 1 mm sobre el 40 por ciento como máximo de las pistas recepcionadas. Las pistas para las cuales se respetará la tolerancia de $\pm$ 0.5 mm, serán marcadas conforme a las indicaciones dadas en 001.C.02.c.03(9). Independientemente de la verificación hecha en los extremos, la abertura de las superficies de embridado será verificada a la mitad de las pistas. La tolerancia admitida en este punto será de $\pm$ 1 milímetro.

— Inclinación del alma, medida sobre la altura total del perfil: 0.8 mm. Los apoyos del escantillón, sobre el alma del perfil, deberán estar a una distancia de por lo menos 70 mm de los extremos.

— Asimetría de las alas respecto al eje vertical:

$$\frac{b_1 - b_2}{2} \leq 3 \text{ mm}$$

siendo b_1 y b_2 los largos de las semialas de una misma cara medidos en el interior del perfil.

— Paralelismo de las alas:

En los extremos del perfil, diferencia entre los peraltes medidos en los bordes de las alas: $\leq$ 2 mm. A lo largo de la barra, diferencia entre los peraltes medidos en los bordes de las alas: $\leq$ 2.5 mm.

— Concavidad transversal del perfil: La superficie de rodamiento deberá ser plana o cóncava; en este último caso la flecha no deberá ser superior a 0.8 mm medida bajo una cuerda igual al ancho del perfil.

Tolerancia en la longitud de las pistas

— Medida a media altura del perfil, hasta 18 metros inclusive: $\pm$ 5 mm.

Tolerancias en el escuadrado de los extremos

— En el sentido vertical: $\pm$ 1 mm.

— En el sentido horizontal: $\pm$ 2 mm.

Enderezado. El control del enderezado se hará por medio de una regla de 1.50 m de largo y en cada extremo de las barras, sobre una longitud igual a la de la regla. La flecha, tanto en el sentido horizontal como en el sentido vertical, no podrá exceder de 0.8 mm; dicho valor máximo deberá presentarse a una distancia de por lo menos 0.75 m del extremo del perfil. Entre las dos zonas de 1.50 m establecidas, la flecha no debe rebasar en ningún caso, en milímetros, más de dos veces el largo de la cuerda medida en metros.

8. Peso

El peso normal admitido por unidad de longitud se calcula tomando como peso volumétrico del metal 7.85 kg/dm^3.

El peso normal por metro de las pistas es igual a 68.334 kilogramos.

Para cada fabricación, el peso promedio por metro de las pistas entregadas se evaluará dividiendo el peso total que resulte de la pesada de veinte pistas escogidas, la mitad por el Representante y la otra mitad por el fabricante, entre la longitud total de las pistas pesadas.

El peso así evaluado, no deberá desviarse arriba del 2 por ciento en más o menos del peso normal. Por debajo del 2 por ciento las pistas ligeras podrán ser separadas y el lote así escogido podrá presentarse nuevamente para recepción por parte del proveedor. Por arriba del 2 por ciento, el excedente de peso no será pagado al proveedor.

9. Marcas

Las pistas deberán llevar en una de las caras, las siguientes marcas, ya sea en relieve o con pintura indeleble.

Marcas después de la colada

— Número de colada y año de efectuada.

— Método de elaboración del acero.

El número de la colada será marcado a 0.50 m aproximadamente de un extremo.

Los recortes también serán marcados con los números de colada.

Marcas aplicadas después del laminado

Se hará con caracteres de 1 a 1.5 mm de espesor y de 20 a 35 mm de alto, indicando:

— La marca de la fábrica productora.

— Las últimas dos cifras del año de fabricación.

— Sentido de laminación.

— Método de elaboración del acero.

Después del acabado todas las marcas serán reproducidas sobre uno de los extremos.

Marcas adicionales (ver fig 001-19 de la Especificación 4.02.01.001.C.01)

Marcas con pintura indeleble serán puestas por el proveedor para permitir:

— La clasificación de los perfiles de acuerdo a su peralte real.

— La clasificación de los perfiles de acuerdo a su ancho real.

— El señalamiento de los anchos de alas desiguales.

— La distribución de los extremos de perfiles, cuya abertura de las superficies de embridado respete la tolerancia de $\pm$ 0.5 milímetros.

Estas marcas colocadas entre 0.75 m y 1.50 m de los extremos se realizan conforme a las siguientes disposiciones.

a) Clasificación de las alturas. En la cara del alma que tiene las marcas de producción se pintará de acuerdo con la letra H, medida en el eje del perfil:

— El signo − si: $Ho - 2\ mm \leq H \leq Ho - 0.6\ mm$

— La letra H si: $Ho - 0.6\ mm \leq H \leq Ho + 0.6\ mm$.

— El signo + si: $Ho + 0.6\ mm < H \leq Ho + 2\ mm$.

siendo Ho la altura nominal del perfil = 140 mm

b) Señalamiento de los anchos desiguales (medidos en cada cara). En la cara correspondiente al ancho mayor (L1) se pintará un triángulo cuyo vértice coincida con el borde del ala que sobresalga más.

c) Clasificación de los anchos. En el caso de anchos desiguales, esta clasificación se hará basándose en el ancho menor (L2). Las marcas indicadas a continuación serán puestas en el interior del perfil sobre cualquier ala en el caso de las alas de anchos iguales, o bien, sobre el ala tomada como base de clasificación en el caso de las alas de anchos desiguales.

— Una raya si: $Lo - 3\ mm \leq L2 < Lo - 1\ mm$.

— Dos rayas si: $Lo - 1\ mm \leq L2 \leq Lo + 1\ mm$.

— Tres rayas si: $Lo + 1\ mm < L2 \leq Lo + 3\ mm$.

siendo Lo el ancho nominal del perfil y L2 el ancho medido.

d) Señalamiento de las tolerancias sobre la abertura de las superficies de embridado. En la cara del alma que tiene las marcas de producción, se pintará un círculo blanco en cada extremo para el cual la tolerancia de la abertura de los asientos de emplanchuelado no exceda $\pm$ 0.5 mm. No se pintará nada en los extremos si esta tolerancia es excedida.

Remarcado. Si las marcas llegan a desaparecer como consecuencia del recorte de una barra, deben ser reproducidas en presencia del Representante.

001.C.02.c.04 Condiciones de recepción

El Representante tendrá el derecho de seguir, de día y de noche, la fabricación en todos sus detalles, de presenciar todas las pruebas referentes a las coladas que le son destinadas y de conocer sus resultados. Los perfiles se presentarán para recepción al estado de entrega en la fábrica del proveedor, clasificados por colada. Los números de las coladas (o sus marcas convencionales) deberán quedar visibles. Por cada colada, la presentación para recepción deberá hacerse bajo la responsabilidad del superintendente del departamento de producción, por medio de nota escrita, firmada por él o por su delegado autorizado, que certifique que las condiciones de fabricación han sido observadas plenamente y que las barras no han sido presentadas en recepción anterior para el mismo uso. La nota que reproduce las indicaciones del pedido deberá ser entregada al Representante.

1. Toma de las muestras. Se tomarán tres recortes de 0.50 m por colada, los cuales serán debidamente identificados por el número de colada. El agente verificador escogerá uno de los tres recortes para realizar las pruebas; los otros dos serán reservados para eventuales pruebas complementarias.

2. Pruebas que se efectuarán. Una serie de las pruebas mencionadas en 001.C.02.05(1) y hasta 001.C.02.05(4) se hará sobre cada colada.

001.C.02.c.05 Pruebas

Las probetas se trabajarán en frío, sin sufrir ninguna operación de martilleo, deformación en frío, temple o recocido.

1. Verificación de las dimensiones y del aspecto. Se llevará a cabo siguiendo cualquier método estimado conveniente por el Representante y con la ayuda de los escantillones previstos para el caso. El número de perfiles examinados se deja a elección del Representante.

2. Ensaye de tensión

   Los ensayes se efectuarán de acuerdo a lo indicado en 4.1.2 de la norma NOM B-172 (Aparatos de prueba y operaciones). Las dimensiones serán las indicadas en la fig 001-20. Deberá conservarse la cáscara de laminado de la cara de rodamiento.

3. Ensaye de doblado en frío

   Este ensaye se efectuará sobre probetas rectangulares, según las modalidades de la norma NOM B-172, cuyo espesor será de 12 mm aproximadamente; deberá conservarse la cáscara de laminado de la cara de rodamiento y la cara maquinada deberá quedar en el interior del doblez.

   Las muestras deberán soportar un doblez en frío a 180° sin agrietarse en la parte exterior de la porción doblada sobre un mandril que tenga un diámetro de 12 milímetros.

4. Análisis químico

   El proveedor entregará al Representante los registros de la composición química de todos los colados que forman parte de la producción por controlar, en forma de certificado. Si el Representante lo juzga necesario el análisis químico se realizará de acuerdo a lo indicado en la norma NOM B-1. Las muestras reservadas para este fin serán enviadas a un laboratorio aprobado por ambas partes, después de haber sido marcadas convenientemente para su identificación.

   Además, se procederá a un análisis químico sobre el producto terminado a razón de un análisis por colada.

001.C.02.c.06 Criterio de aceptación

Para que el lote pueda recibirse, deben cumplirse todas las condiciones impuestas. Sin embargo, si dentro de las pruebas correspondientes a un lote presentado en recepción, una probeta no satisface las condiciones fijadas, se rechazarán las pistas de la colada de la que haya sido tomada la probeta mencionado y se procederá entonces a dos pruebas complementarias de la misma naturaleza:

— Una sobre una nueva muestra tomada en el otro extremo de la pista rechazada.

— Otra, a elección del agente recepcionista, sobre una de las muestras semejantes reservadas durante las extracciones iniciales (001.C.02.c.04).

1. Si el proveedor lo solicita, los dos ensayes complementarios pueden hacerse sobre las dos muestras restantes. En este caso, todos los perfiles provenientes de la colada defectuosa serán rechazados. Si los dos ensayes complementarios son satisfactorios, el resto del lote es aceptado. En caso contrario es rechazado.

   Los perfiles aceptados serán marcados en sus extremos por el Representante.

   Los perfiles rechazados serán marcados cerca del número de colada, con señales convencionales indelebles.

001.C.02.c.07 Garantía

1. El proveedor garantizará las pistas durante cinco años contra cualquier defecto imputable a la fabricación y no descubierto durante la recepción. Este plazo se vencerá el 31 de diciembre del quinto año, a partir del año de fabricación.

2. Toda pista que durante este plazo llegara a quebrarse, deteriorarse o desgastarse durante el transporte, maniobra, en la colocación de la vía o después de la misma y que no sea por un desgaste normal o bien, si se constatara la existencia de defectos no detectados durante la recepción en la planta, dará lugar al pago por el proveedor de una indemnización igual al valor de la pista, calculado aplicando el precio del último pedido dado por la administración de al menos 1000 toneladas.

3. Las pistas que por su utilización especial, hayan sufrido fuera de la planta de fabricación reparaciones en caliente o en frío en las zonas donde se haya producido una ruptura o una avería, darán lugar al pago de dicha indemnización, sólo si se comprueban defectos de fabricación.

   Las pistas averiadas o rotas quedarán como propiedad del Representante. Sin embargo, el Representante se comprometerá a poner a disposición del proveedor, y a petición de éste, tramos de pista defectuosos tomados de los lugares escogidos por el proveedor para permitirle investigar las causas de las averías. Todos los gastos de transporte estarán a cargo del proveedor.

4. Se le informará al proveedor, a más tardar antes del 31 de marzo de cada año, sobre las pistas retiradas que tengan garantía y hayan sido reemplazadas en el transcurso del año precedente. El proveedor tendrá 60 días de calendario a partir de la notificación del aviso, para hacer saber sus observaciones; pasado este término, se considerará que él ha aceptado pagar sin reservas las obligaciones de garantía.

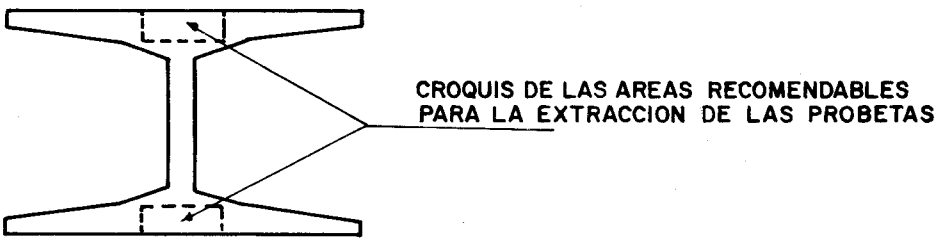
001.C.02.c.08 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente estarán a cargo del proveedor, quien garantizará a COVITUR contra cualquier reclamación a este respecto.

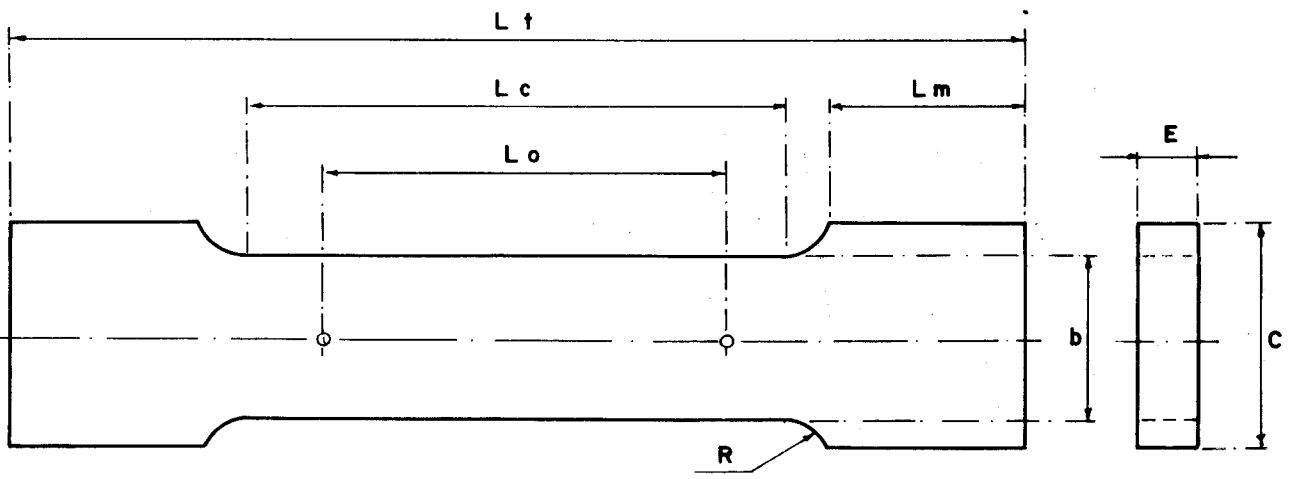
001.C.03 RIEL NUEVO

001.C.03.a DESCRIPCION

Es un perfil fabricado en acero, que no ha sido utilizado en algún servicio con anterioridad y es uno de los elementos que conforman las vías para permitir la circulación de trenes con rodamiento neumático uti-



CROQUIS DE LAS AREAS RECOMENDABLES
PARA LA EXTRACCION DE LAS PROBETAS



PROBETA DE SECCION RECTANGULAR DE 200 mm

PROBETA PLANA		PROBETA DE 200
Lt	Longitud total	457 mín.
Lc	Longitud paralela	228
Lo	Longitud inicial entre marcas	200 ± 0.25
b	Ancho de la probeta	38.1^{+3}_{-6}
R	Radio	25 mín.
Lm	Longitud para agarre de mordazas	75 mín.
C	Ancho para agarre de mordazas	50
E	Espesor de la probeta	12 aprox.

DIMENSIONES, EN mm

Fig 001-20 Ensaye de tensión en pista metálica en acero A-36

lizados en el Metro de la Ciudad de México. Este perfil sirve de apoyo a la rueda metálica en caso de baja presión o desinflado de algún neumático; para el guiado de los trenes donde las condiciones de la vía así lo exigen; para la circulación de trenes de servicio con rodamiento férreo; como conductor de la corriente de señalización y para el retorno de corriente de tracción.

Los rieles por utilizar se clasifican en:

1. Riel 80 ASCE, de acero no tratado, de calidad ordinaria, que se colocará a lo largo de las vías principales y secundarias.

2. Riel 100 RE, de acero no tratado, de calidad normalmente dura tipo B, generalmente utilizado en los aparatos de vía.

001.C.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba para la determinación de dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba para tracción del acero	NOM B-117
Perfiles de rieles de acero al carbón	NOM A-176
Especificación técnica para el suministro de rieles	UIC 860-0

001.C.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los rieles deberán cumplir, durante su fabricación con las condiciones siguientes:

1. Material. Los rieles de acero no tratado, podrán ser fabricados según la recomendación UIC 860-0 de la Unión Internacional de Ferrocarriles; estas recomendaciones son para fabricación europea; para la fabricación de rieles en el continente americano se admite utilizar un acero definido por la norma ASTM A-1; sin embargo, deberá cumplir con las demás condiciones de esta especificación.

2. Elaboración del acero. El acero será elaborado según uno de los procedimientos mencionados a continuación: Thomas, Bessemer, Siemens Martin básico o eléctrico sopladura al oxígeno, cuya elección se deja al proveedor. Sin embargo, éste debe comunicar la naturaleza del procedimiento de fabricación y las principales características que él emplea para la elaboración del acero; no podrá modificar su método de fabricación sin dar previo aviso al Representante.

3. Composición química. El acero deberá presentar los porcentajes de composición química comprendidos en los límites que se indican en las tablas 001-9 y 001-10, para rieles 80 ASCE de acero no tratado, de calidad ordinaria y para los rieles 100 RE de acero no tratado de calidad normalmente dura. Estas tablas rigen tanto para las pruebas en lingotes pequeños como en los productos laminados. Sin embargo, para estos últimos el contenido de fósforo puede superar los porcentajes de la tabla en 0.01 por ciento.

4. Fabricación. Antes de iniciar la fabricación, el fabricante elaborará dos series de escantillones machos y hembras conforme al trazo teórico del perfil del riel a fabricar, así como dos series de escantillones de máximo y mínimo que correspondan a las tolerancias en las dimensiones. Estos escantillones serán aprobados por el Representante, quien les impondrá sus marcas estampadas. Para efectuar los controles, solamente son válidos los escantillones que lleven las marcas estampadas de aprobación.

   Una serie de todos los escantillones permanecerá en posesión del Representante durante todo el tiempo que dure la recepción. Todos los escantillones necesarios para los controles serán fabricados por el proveedor y a su cargo.

   Afine y laminado. La sección inicial de los lingotes será cuando menos igual a veinte veces la del perfil por laminar. Los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán ser enfriados por ningún medio artificial. El laminado se realizará mediante un procedimiento apropiado de tal manera que se evite el peligro de fisuras en el patín del riel. La masa correspondiente al hongo será sometida a un buen afine.

   Recorte. Los lingotes parcialmente laminados y las barras laminadas deberán ser saneados de manera suficiente en la cabeza y en el pie para que los rieles cumplan con las condiciones de la presente especificación.

   Enfriamiento. Se realizará según la calidad de riel como se indica a continuación:

   a) Los rieles de calidad ordinaria, después del laminado serán enfriados al aire en lugar cubierto y en condiciones tales que el enderezado consecutivo sea reducido al mínimo.

   b) Para los rieles de calidad normalmente dura tipo B, el fabricante deberá notificar al Representante, para su autorización, los detalles relativos al sistema de enfriamiento.

5. Identificación. Los rieles deberán marcarse como a continuación se indica; si algunas marcas llegaran a desaparecer como consecuencia del recorte del riel, estas deberán reproducirse en presencia del Representante.

   — Los rieles deberán llevar en una cara del alma, con caracteres en relieve de 1 a 1.5 mm de espesor y de 20 a 35 mm de altura, las marcas siguientes:

      — La marca de la fábrica.

      — El número del mes en números romanos y los dos últimos números del año de fabricación.

Tabla 001-9. Acero UIC 860-0

Calidades y procedimientos de elaboración	C Carbono %	Mn Manganeso %	Si Silicio % máx.	P Fósforo % máx.	S Azufre % máx.
Riel 80 ASCE de calidad ordinaria:					
Procedimiento Thomas	0.37-0.55	0.70-1.20	0.35	0.08	0.05
Procedimiento Bessemer	0.40-0.50	0.80-1.20	0.35	0.06	0.06
Procedimiento Siemens Martin Básico	0.40-0.55	0.80-1.20	0.35	0.06	0.06
Procedimiento eléctrico	0.40-0.60	0.80-1.20	0.35	0.04	0.05
Procedimiento de sopladura al oxígeno	0.40-0.60	0.80-1.20	0.35	0.05	0.05
Riel 100 RE de calidad normalmente dura:					
Tipo B	0.50-0.70	1.30-1.70	0.50	0.05	0.05

Tabla 001-10. Acero ASTM A-1

Peso nominal lb/yd (kg/m)	C Carbono %	Mn anganeso %	máximo P Fósforo %	máximo S Azufre %	Si Silicio %
60 a 80 (29.8 a 39.8)	0.55-0.68	0.60-0.90	0.04	0.05	0.10-0.25
81 a 90 (40.3 a 44.7)	0.64-0.77	0.60-0.90	0.04	0.05	0.10-0.25
91 a 120 (45.2 a 59.6)	0.67-0.80	0.70-1.00	0.04	0.05	0.10-0.25
121 y más (60.1 y más)	0.69-0.82	0.70-1.00	0.04	0.05	0.10-0.25

— El símbolo del procedimiento de elaboración.

— El símbolo del tipo de acero.

— El peso en libras por yarda y las letras que precisan el perfil del riel.

— Una flecha cuya punta indica la dirección de la cabeza del lingote.

— Los rieles también llevarán en el alma, contrastados en caliente, a 1.50 m aproximadamente del extremo correspondiente a la cabeza del lingote, de 15 a 20 mm de altura y en el orden indicado a continuación:

El número de la colada.

Las letras A, B, . . . Z que indican el riel de cabeza y los consecutivos, siendo Z reservada al riel de pie.

El número del lingote 1, 2, 3 . . .

— Los recortes de cabeza y de pie de las barras laminadas se marcarán en caliente con los números de la colada, del lingote y con las letras A o Z, según se trate del recorte de cabeza o del recorte de pie.

6. Acabado. Toda operación en frío o en caliente, que tenga por objeto disimular un defecto, queda formalmente prohibida.

Todos los rieles deberán tener un remate de ejecución muy cuidadoso y estar exentos de

defectos perjudiciales para un buen servicio de los mismos y en particular fisuras de cualquier tipo, líneas, grietas, escamas, oquedades y faltas de metal.

— El hongo deberá ser liso y rectilíneo de un extremo a otro.

— En los extremos, los ángulos del hongo hasta el nivel de las superficies de embridado inclusive, deberán ser ligeramente achaflanados. Cualquier otra rebaba y saliente deberán ser cuidadosamente eliminadas.

— Los barrenos deberán ser perfectamente cilíndricos, con sus paredes lisas y todas las rebabas debidas al barrenado deberán ser cuidadosamente eliminadas. Sus borde deberán ser ligeramente achaflanados.

— La ausencia de defectos internos perjudiciales deberá garantizarse por medio de un control continuo no destructivo apropiado al procedimiento de fabricación y al tipo del acero, como por ejemplo un examen con ultrasonido. Este examen se hará bajo la propia responsabilidad del fabricante.

— Los defectos superficiales serán sondeados por el Representante con herramienta adecuada, quien juzgará si el defecto tiene importancia para un buen servicio. No se admitirá ninguna oquedad.

— El enderezado se efectuará en frío con acciones graduales y sin impactos. En caso de utilizar roladoras, los rieles no deberán pasar más de una vez en cada sentido de enderezado y las marcas deberán ser protegidas de la acción de los rodillos. La puesta a longitud se efectuará también en frío, con fresa o con sierra.

— Después del acabado se practicarán con golpe en frío en las secciones de todos los rieles en los extremos correspondientes a la cabeza del lingote, las marcas indicadas en 001.C.02.c(5).

7. Dimensiones y tolerancias

— Las dimensiones serán las indicadas en las figs 001-21 y 001-22.

— Las tolerancias dimensionales del perfil se indican en la tabla 001-11.

Tabla 001-11. Tolerancias del perfil

Cotas	En más, mm	En menos, mm	Observaciones
Altura del riel	0.5	0.5	Se admite una tolerancia de −0.5 mm para los valores del centro de barra en comparación con los valores de los extremos
Ancho del patín	1.0	1.0	Se admite una tolerancia de +0.5 mm para los valores del centro de barra en comparación con los valores de los extremos
Ancho nominal del hongo (1)	0.5	0.5	Se admite una tolerancia de +0.1 mm para los valores del centro de barra en comparación con los valores de los extremos
Inclinación del eje real	0.5	0.5	
Asimetría del perfil (2)	1.20	1.20	

(1) Medido 14 mm abajo de la superficie de rodamiento.

(2) Controlada mediante escantillones autorizados por el Representante (ver fig 001-23).

Tabla 001-11. Tolerancias del perfil (continuación)

Espesor del alma (3)	1.0	0.5	
Inclinación de las superficies de embridado (4)	0.4	0.4	
Altura de embridado (5)	0.5	0.5	
Otras dimensiones	0.5	0.5	

(3) Medido al nivel del espesor mínimo.

(4) Verificada sobre una base de 14 mm paralela a la superficie de embridado teórico.

(5) Medida entre las intersecciones de las líneas de proyección de los asientos de embridado con el eje vertical del riel.

— Tolerancia en el escuadrado de los extremos:

En el sentido vertical, en el eje del riel: ±0.6 mm.

En el sentido horizontal: ± 0.5 mm.

— Tolerancia en el diámetro de los barrenos:

Para diámetro $\leq$ 30 mm : ± 0.5 mm.

Para diámetro $>$ 30 mm : ± 0.7 mm.

— Tolerancia en el centrado y posición de los barrenos en altura y en longitud:

Para diámetro $\leq$ 30 mm : ± 0.5 mm.

Para diámetro $>$ 30 mm : ± 0.7 mm.

— Tolerancia en el enderezado. El enderezado de los rieles se verificará por medio de una regla de 1.50 m de largo.

a) Para los rieles 80 ASCE, el control se hará en los dos extremos sobre una longitud de 1.50 m. La flecha tanto en el sentido vertical como en el sentido horizontal no podrá exceder 0.75 mm y el máximo de la flecha deberá situarse por lo menos a 0.75 m del extremo del riel. Esta tolerancia sólo se aceptará en el sentido vertical cuando el defecto tenga por resultado elevar el extremo. No se admitirá ninguna tolerancia si ésta tiene por resultado bajar el extremo. El control de enderezado entre los dos extremos de 1.50 m de longitud así definidos, se hará "a ojo".

b) Los rieles 100 RE deberán apegarse a las condiciones precisadas, en el párrafo (a) anterior, pero la tolerancia será de 0.5 milímetros.

c) Las barras que presenten variaciones de enderezado superiores a la tolerancia indicada podrán volverse a enderezar en la prensa y someterse luego a un nuevo control.

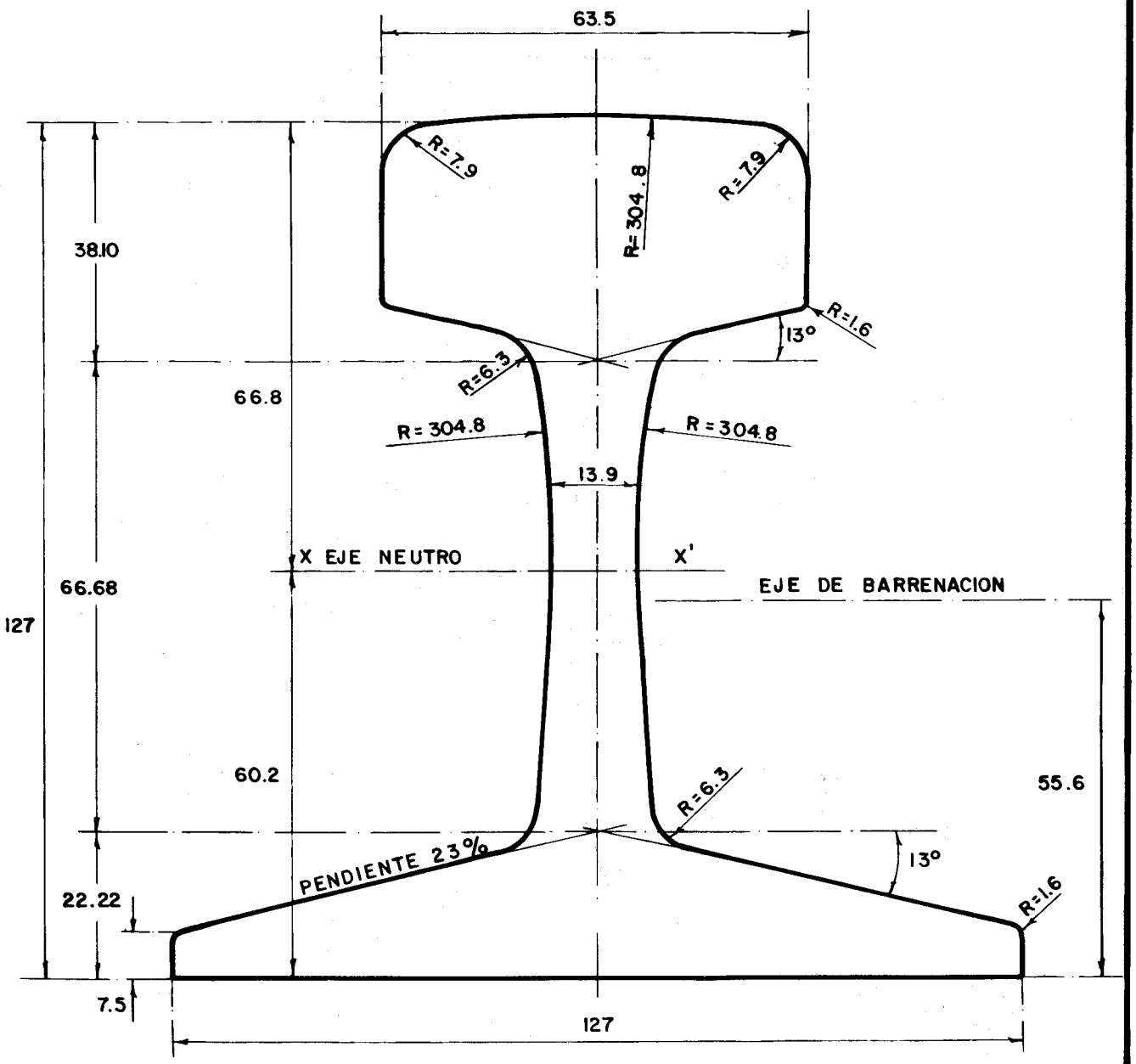
— Tolerancias en el peso. El peso normal que debe admitirse por unidad de longitud para cada perfil de riel se determinará mediante el cálculo tomando como densidad del metal 7.85. Para cada fabricación, el peso medio por unidad de longitud será calculado dividiendo el peso resultante de la pesada de veinte rieles escogidos, una mitad por el Representante, y la otra mitad por el fabricante, entre la longitud total de estos rieles. El peso así evaluado no deberá ser inferior en más del 2 por ciento del peso normal. Los rieles que estén debajo *de este límite serán rechazados. Arriba del* peso normal, el excedente que rebase el 1 por ciento no se tomará en cuenta para la facturación.

001.C.03.c.01 Condiciones de recepción

El Representante podrá supervisar, de día y de noche, la fabricación en todos sus detalles, asistir a todas las pruebas relacionadas con las coladas destinadas a la fabricación que le interesa o enterarse de sus resultados y realizar todas las verificaciones necesarias para asegurarse que las condiciones de fabricación previstas son exactamente cumplidas.

Con este fin el proveedor deberá dar aviso al Representante cuando menos con cinco días de anticipación del día y hora programados para el inicio de la fabricación. Este plazo será de 15 días mínimo si el proveedor no se encuentra establecido en México.

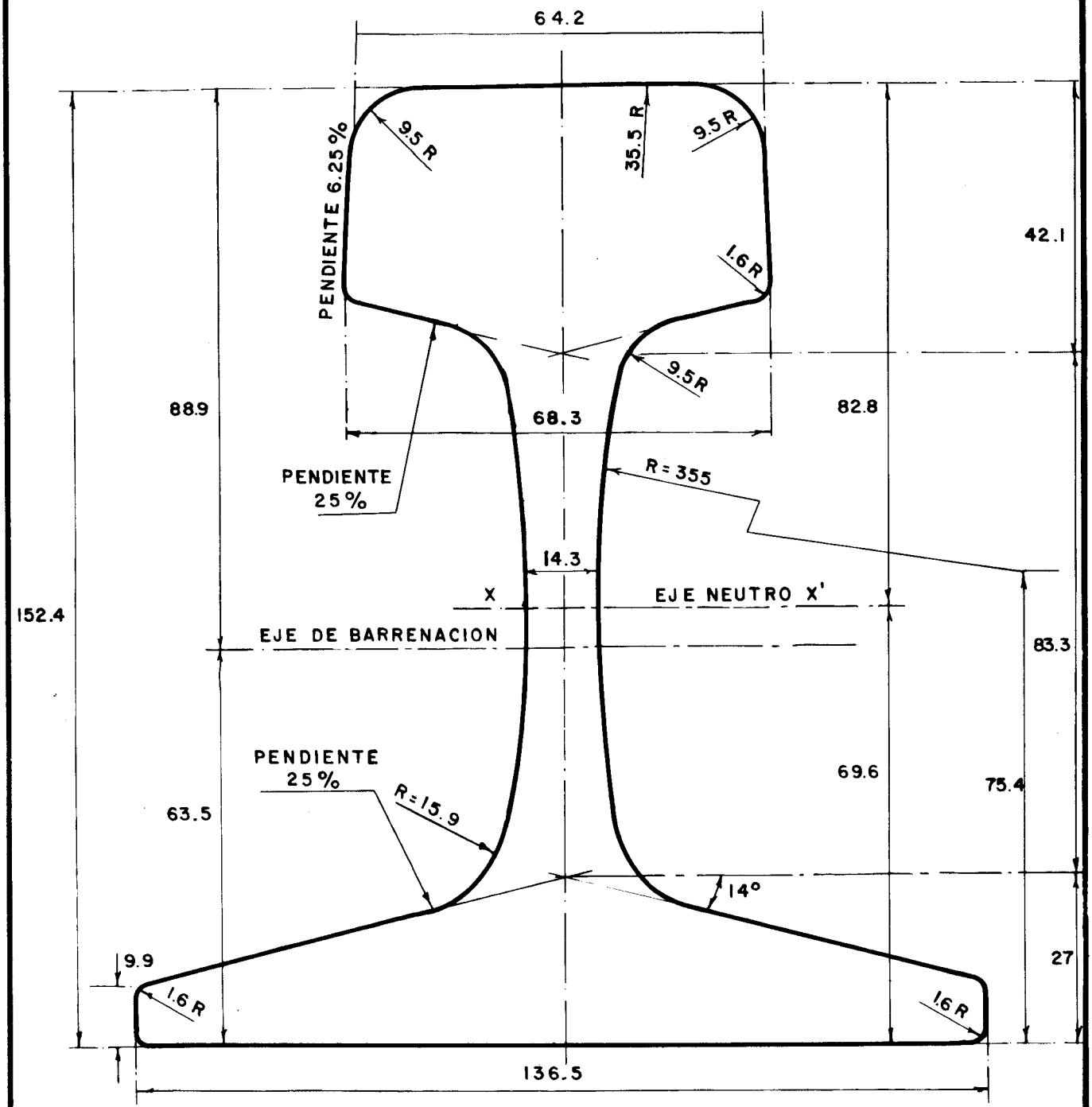
1. Presentación en recepción. Los recortes de cabeza y de pie serán clasificados por colada y conservados a disposición del Representante hasta el término de las operaciones de recepción.



ACOTACIONES, EN mm

RIEL 80 ASCE
SECCION: 5071 mm²
PESO: 39.807 kg/m
MOMENTO DE INERCIA RESPECTO
AL EJE X X': 1098.9 cm⁴
DENSIDAD: 7.85

Fig 001-21 Perfil del riel 80 ASCE

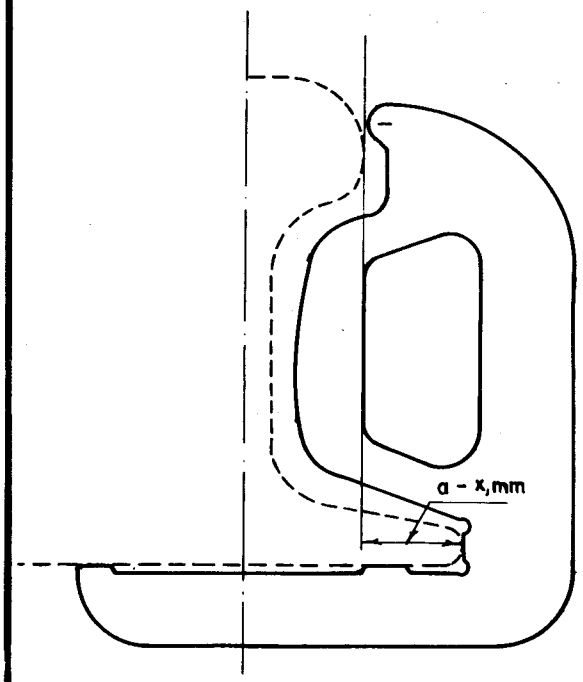


ACOTACIONES, EN mm

RIEL 100 RE
SECCION: 6420 mm^2
PESO: 50.391 kg/m
DENSIDAD: 7.85

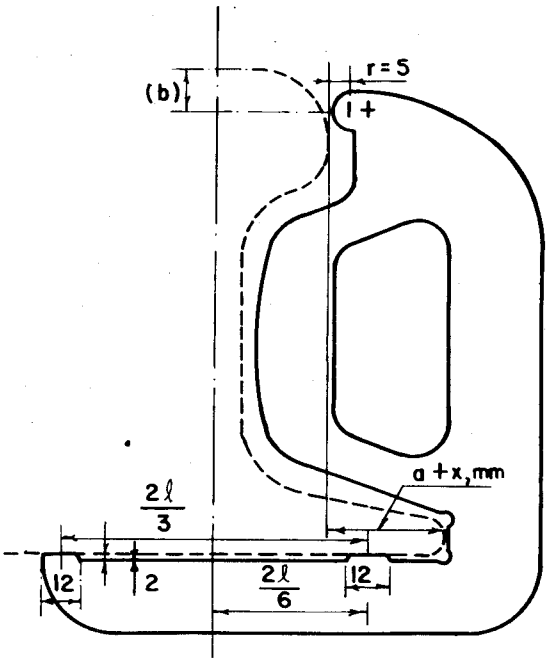
Fig 001-22 Perfil del riel 100 RE

METODO DE VERIFICACION
CON EL ESCANTILLON "–"



EL ESCANTILLON "–" COLOCADO SOBRE EL PATIN ES EMPUJADO LATERALMENTE HACIA EL RIEL. EL TOPE "–" NO DEBE TOCAR EL HONGO.

METODO DE VERIFICACION
CON EL ESCANTILLON "+"



EL ESCANTILLON "+" COLOCADO ENTRE EL PATIN ES EMPUJADO LATERALMENTE HACIA EL RIEL. EL TOPE "+" DEBE TOCAR EL HONGO.

ACOTACIONES, EN mm

l : ANCHO DEL PATIN

a : DISTANCIA ENTRE LOS PLANOS VERTICALES DEL DESCANSO DE RODAMIENTO Y LA SALIENTE DEL PATIN

b : DISTANCIA ENTRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO Y LA ZONA DE EMPALME DEL DESCANSO DE RODAMIENTO CON LA CARA LATERAL DEL HONGO (14 mm)

X : 1.25 mm

Fig 001-23 Escantillones de control

2. Naturaleza de las pruebas. Independientemente de los controles de superficie a que son sometidos los rieles, su calidad es definida por el análisis químico y las varias pruebas mencionadas a continuación:

   — Prueba de choque sobre los recortes de cabeza.

   — Prueba de tensión sobre las probetas extraídas en los recortes de pie.

   — Exámenes macroscópicos sobre muestras extraídas en los recortes de cabeza (destinados a la búsqueda de la oquedad así como a la macrografía) y eventualmente en los recortes de pie (para la macrografía únicamente).

   - Prueba de dureza Brinell a título indicativo, en la superficie de rodamiento de muestras cortadas en los recortes de pie.

3. Extracción de las muestras. Las muestras destinadas a la preparación de las probetas serán clasificadas y contrastadas bajo el control del Representante. Si durante la preparación de las probetas, algunas señales o marcas desaparecen, éstas serán reproducidas en las probetas mismas, en presencia del Representante. Las probetas de ensayes serán trabajadas en frío y no deberán sufrir ninguna operación de martilleo, de deformación en frío, de temple o de recocido:

   — Las muestras para la prueba de choque se extraerán de los recortes de cabeza (lado cabeza de los rieles A).

   — Las probetas para la prueba de tensión se extraerán de los recortes de pie (lado pie de los rieles Z).

   — Las muestras destinadas a los exámenes macroscópicos serán extraídas de los recortes de cabeza (lado cabeza de los rieles A) y de los recortes de pie para la macrografía (lado pie de los rieles Z).

   — Las muestras para ensayes de dureza Brinell se obtendrán de los recortes de pie (lado pie de los rieles Z).

001.C.03.c.02 Realización de las pruebas

1. Análisis químico. La fábrica productora entregará al Representante, en forma de certificados, los resultados que proporcionen la composición química sobre lingotes de todas las coladas que forman parte de la fabricación a controlar. Estos análisis incluirán los contenidos de carbono, manganeso, silicio, fósforo y azufre.

   Si el Representante estima que es necesario proceder a un análisis de control, las muestras necesarias serán obtenidas de los lingotes designados por el Representante en presencia de éste, y llevadas a un laboratorio aceptado por ambas partes, después de haber sido convenientemente provistas de todas las indicaciones necesarias para su identificación.

   Resultados a obtener. El acero deberá tener una composición química uniforme. Los contenidos de carbono, manganeso, silicio, fósforo y azufre deberán estar comprendidos en los límites fijados en las tablas 001-9 y 001-10 para los rieles 80 ASCE y los rieles 100 RE. En el caso en que se observe que un resultado de análisis es distinto a los datos prescritos, los rieles de la colada correspondiente serán rechazados.

   Pruebas adicionales. En caso de rechazo, se realizarán entonces, en el laboratorio aceptado por ambas partes, dos nuevos análisis de control; cada uno se efectuará sobre la sección entera de una muestra extraída de un recorte de cabeza de barras laminadas que pertenezcan al mismo lote de 20 coladas, correspondientes a la colada rechazada. Si uno de estos dos análisis no es satisfactorio, el Representante se reservará el derecho de efectuar, en las condiciones definidas arriba, unos análisis complementarios de control de los rieles en cada una de las coladas restantes del lote. El resultado de cada uno de estos análisis decidirá la aceptación o el rechazo de la colada correspondiente.

2. Prueba de choque. Esta prueba se hará sobre un tramo no entallado, por medio de un mazo guiado que tenga las características siguientes:

   — Mazo de 1000 kg de peso con una cara de percusión que tenga un radio de curvatura de 100 milímetros.

   — Bastidor de 10 000 kg de capacidad soportado por un macizo de suficiente rigidez.

   — Tramo de riel de 1300 mm de largo como mínimo, que descansa simplemente con su patín sobre dos apoyos.

   — Apoyos destinados a recibir el tramo del riel, sujetados firmemente sobre el bastidor y que presenten un radio de curvatura de 100 mm en sus caras de apoyo.

   — Distancia entre apoyos: 1000 milímetros.

   La conducción será totalmente rígida, plana, vertical y dispuesta de tal forma que el rozamiento durante la caída del mazo sea reducida al mínimo; éste tendrá masa y forma simétricas respecto al plano de conducción y con su centro de gravedad ubicado lo más bajo posible en el plano de conducción y en la línea vertical equidistante de los dos guiadores. La cara de percusión del mazo y la parte superior de los apoyos deberán ser rectificadas o sustituidas en cuanto estén deformadas. La proporción de las pruebas será la siguiente:

   — En lingotes de más de tres toneladas, una prueba por lingote.

   — Una prueba por cada grupo entero o fraccionario de dos lingotes de menos de tres toneladas.

   — Para los lingotes colados en forma ascendente, el número de las pruebas se reduce a una prueba por colada.

   Las muestras deberán colocarse en la máquina con el hongo hacia arriba, a una temperatura comprendida entre 283 K (10°C) y 305 K (32°C). El mazo

descenderá en caída libre, desde una altura de 7.5 m para el riel 100 RE y de 6.0 m para el riel 80 ASCE.

Las muestras deberán resistir, sin romperse y sin fisurarse. Podrá medirse la flecha a título indicativo.

En el caso en que una prueba de choque no sea satisfactoria, se tomará otra muestra para prueba adicional a una distancia correspondiente cuando menos a 300 kg de metal, partiendo de la cabeza. Si esta prueba adicional es satisfactoria, el resto del lingote, lado pie, será aceptado. Si la prueba adicional no es satisfactoria, se tomará otra muestra más a una distancia correspondiente cuando menos a 300 kg de metal partiendo de la primera muestra. Esta muestra sometida a prueba deberá dar el resultado prescrito bajo pena de ocasionar el rechazo definitivo y total de los rieles del lingote.

3. Pruebas de tensión. Las probetas de tensión serán recortadas en frío y tendrán su centro en los 2/5 superiores a la altura del hongo del riel; esta altura será definida por la distancia entre la superficie de rodamiento y el plano paralelo que pasa por las líneas de intersección de las superficies superiores de embriado con las caras laterales del hongo. Estas probetas serán de forma cilíndrica y tendrán un diámetro de 10 mm, o sea una sección de 78.5 mm^2. La longitud entre marcas de referencia será igual a 50 mm, con la parte calibrada comprendida entre 60 y 70 mm. La proporción de las pruebas será una por cada cuatro coladas para los aceros elaborados con los otros procedimientos.

Para cada probeta, se registrará:

— La carga de ruptura.

— El alargamiento después de la ruptura.

Resultados a obtener. La carga de ruptura deberá estar comprendida entre 69.0 y 83.0 daN/mm^2 (7038 y 8466 kg/cm^2) para los aceros de calidad ordinaria (riel 80 ASCE), y para los aceros de calidad normalmente dura (riel 100 RE), deberá ser como mínimo de 88.0 daN/mm^2 (8976 kg/cm^2), sin limitación de máximo.

El alargamiento después de la ruptura deberá ser como mínimo del 14 por ciento para aceros de calidad ordinaria, y del 10 por ciento para los de calidad normalmente dura.

Para que sea aceptado el lote deberá satisfacer todas las condiciones prescritas.

Sin embargo, si la prueba no es satisfactoria, se efectuarán pruebas adicionales.

Prueba adicional de tensión. En caso de que la prueba de tensión se haga por colada con resultados insatisfactorios, se llevarán a cabo dos nuevas pruebas sobre los recortes de pie de otras dos barras de la misma colada; si los resultados cumplen con las condiciones prescritas, esta colada será aceptada. Si una sola de las pruebas no es satisfactoria, las barras Z de la colada serán rechazadas. Entonces el Representante escogerá dos de estas barras Z y hará extraer de la cabeza de cada una de ellas una nueva probeta de tensión. Si el resultado de la prueba de tensión sobre una u otra de estas probetas no es satisfactoria, la colada será rechazada.

En caso de que la prueba de tensión se haga sobre una sola colada por lote de cuatro y que esta prueba no sea satisfactoria, se ejecutará una prueba sobre cada una de las tres coladas restantes del lote. Toda colada cuya prueba de tensión no sea satisfactoria dará lugar al rechazo correspondiente.

4. Examen macroscópico (UIC 860-0). Se realizará un examen visual en la cara alisada de la sección de cabeza con el fin de detectar eventualmente la presencia de oquedades; si se encuentra una oquedad, se determinará su posición y su altura. También se obtendrá una huella macrográfica Baumann, obtenida mediante aplicación, sobre las caras aisladas de las secciones de cabeza y de pie, de un papel tratado con gelatinobromuro o con nitrato de plata previamente impregnado en una solución de ácido sulfúrico a 3° Baumé.

Las secciones destinadas a estas pruebas son cortadas en frío en los recortes de cabeza y de pie conforme a las indicaciones del Representante. Luego son alisadas en una cara lo suficiente para que desaparezcan por completo las estrías de maquinado y para obtener una imagen macrográfica clara.

Proporción de las pruebas. El número de exámenes macroscópicos a ejecutar es como mínimo de uno en la cabeza y uno en el pie por cada 500 toneladas de metal y de uno en la cabeza y uno en el pie como máximo por colada; para las coladas de más de 100 t el máximo es fijado a uno en la cabeza y uno en el pie por cada cien toneladas. Cuando las coladas se hacen en forma ascendente no se efectuará examen macrográfico sobre recortes de pie.

Resultados a obtener. El examen de la cara alisada de la sección no deberá revelar ninguna oquedad abierta. Para los rieles 80 ASCE una oquedad filiforme de 4/15 de la altura del perfil es aceptada a condición que sea ubicada en el alma; en caso de oquedad discontinua, esta tolerancia se aplicará a la distancia que separa los dos extremos de la oquedad filiforme visible. No se admite ninguna oquedad para los rieles 100 RE. Las huellas obtenidas no deben incluir defectos de mayor importancia que las imágenes límite que aparecen en las figs 001-24 a 001-29 (imágenes que pertenecen al álbum anexo a la especificación UIC 860-0).

Pruebas adicionales. Si el examen de la cara alisada de la sección revela la presencia de una oquedad abierta o de más de 4/15 de la altura del perfil aun siendo filiforme o que rebase los límites del alma, se efectuará un examen de confirmación en la zona de almacenamiento de los extremos de los rieles en litigio. Si este examen no revela ninguna oquedad, el riel será aceptado; si se descubre una oquedad, aun filiforme, cualquiera que sea su altura, se rechazará en la cabeza un tramo de barra del lingote examinado correspondiente cuando menos a 300 kg de metal, y

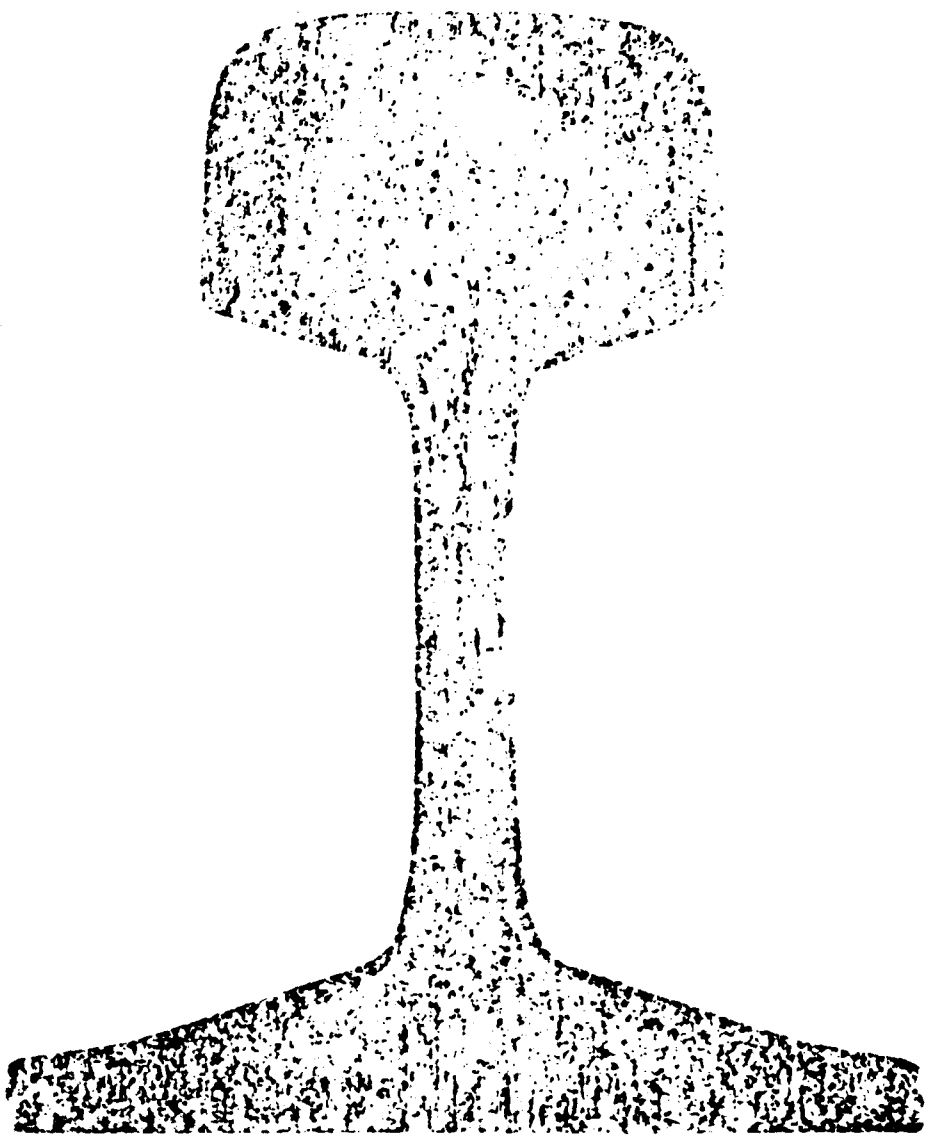


Fig 001-24 Segregación dispersa en toda la sección

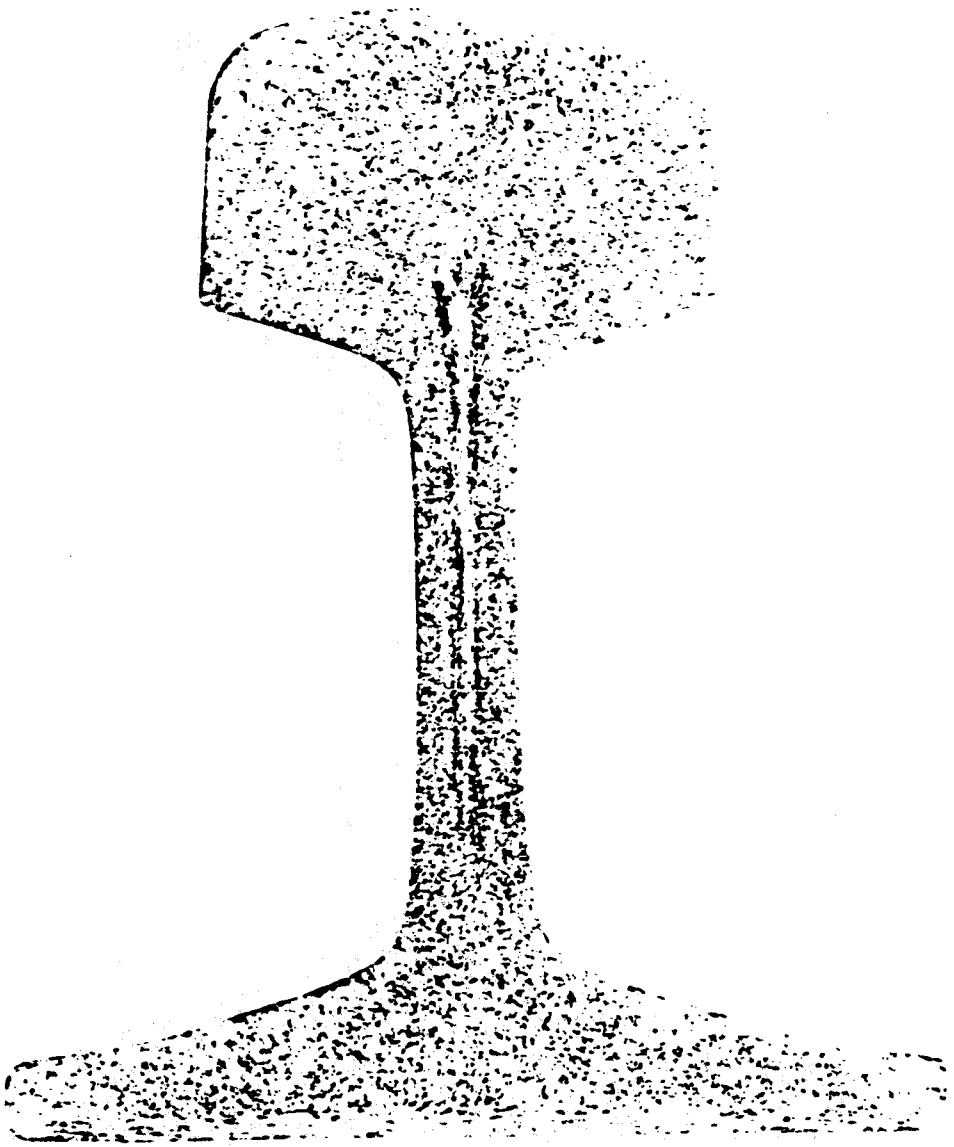


Fig 001-25 Segregación central

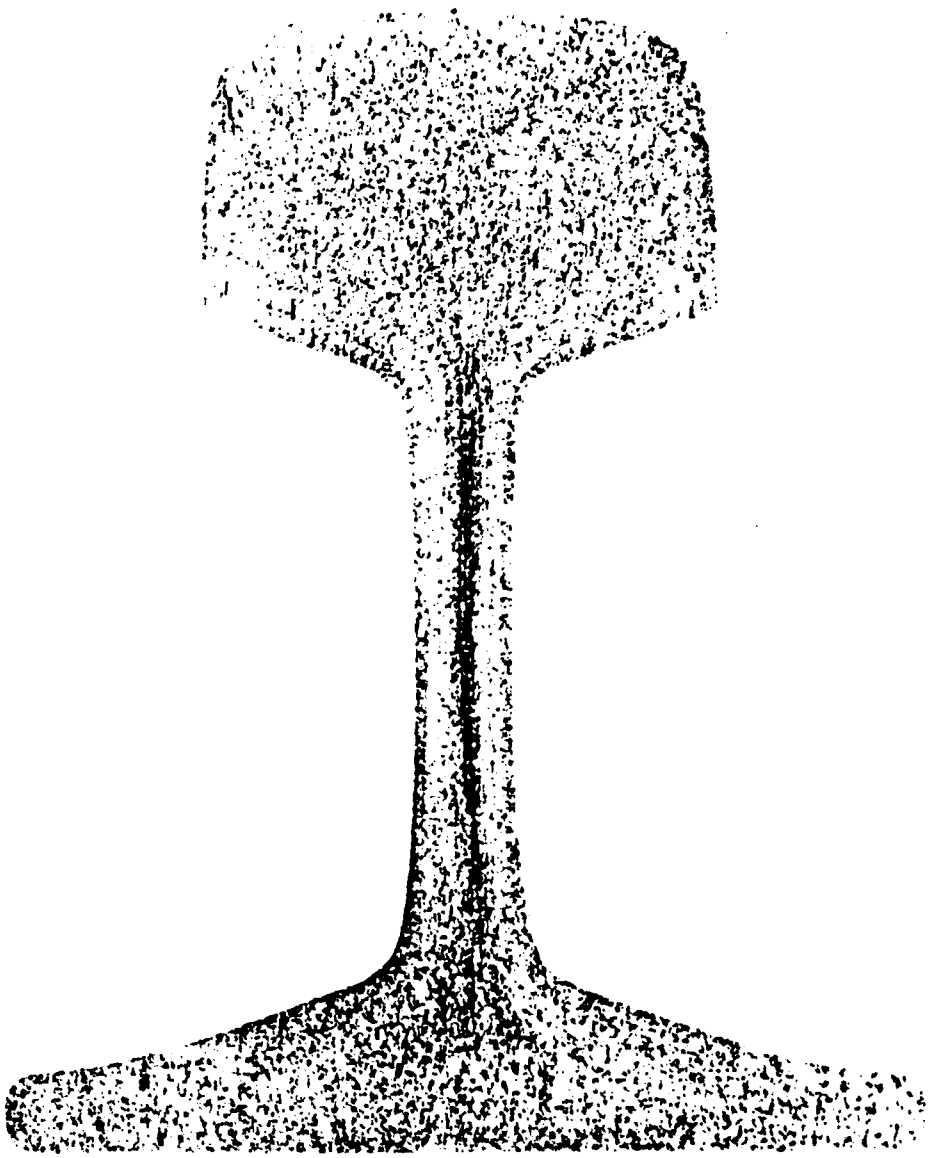


Fig 001-26 Segregación central

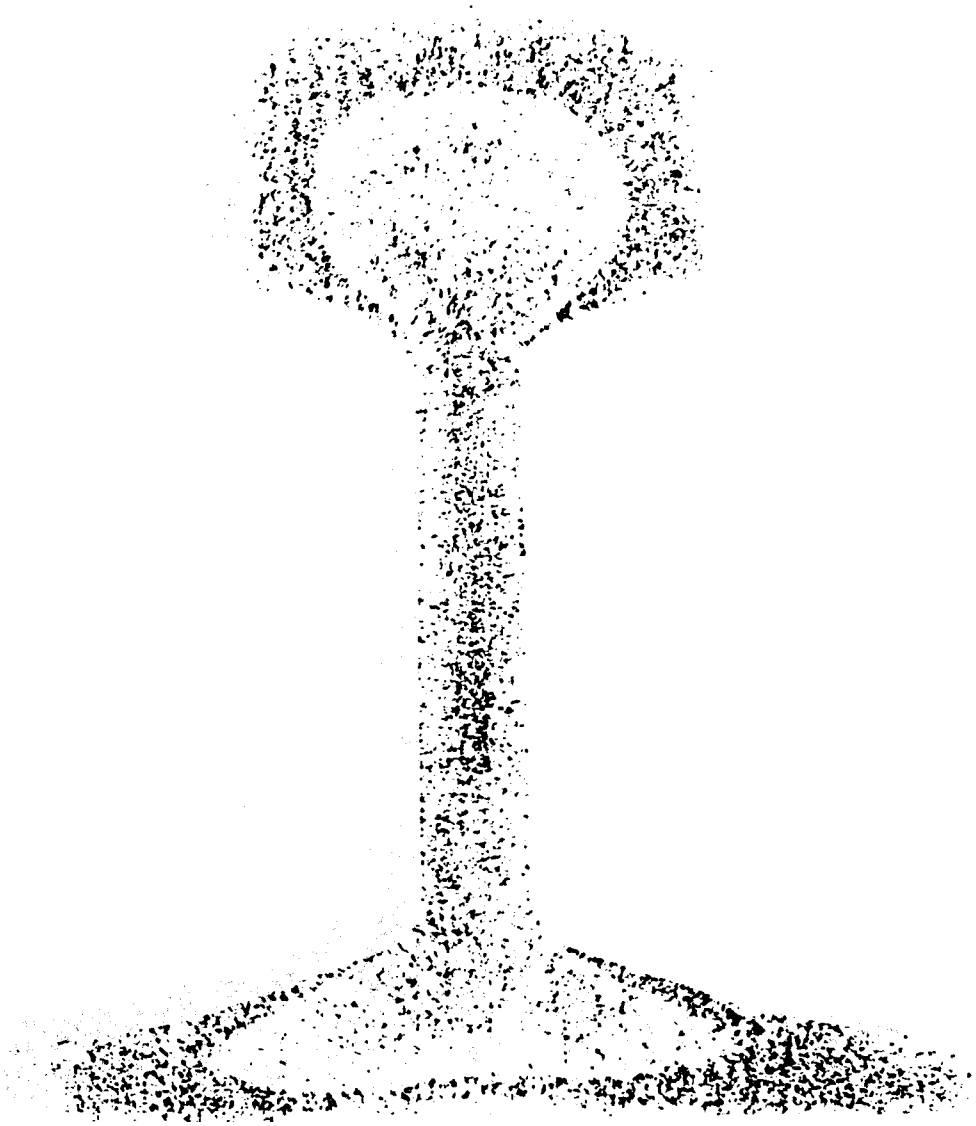


Fig 001 - 27 Segregación inversa

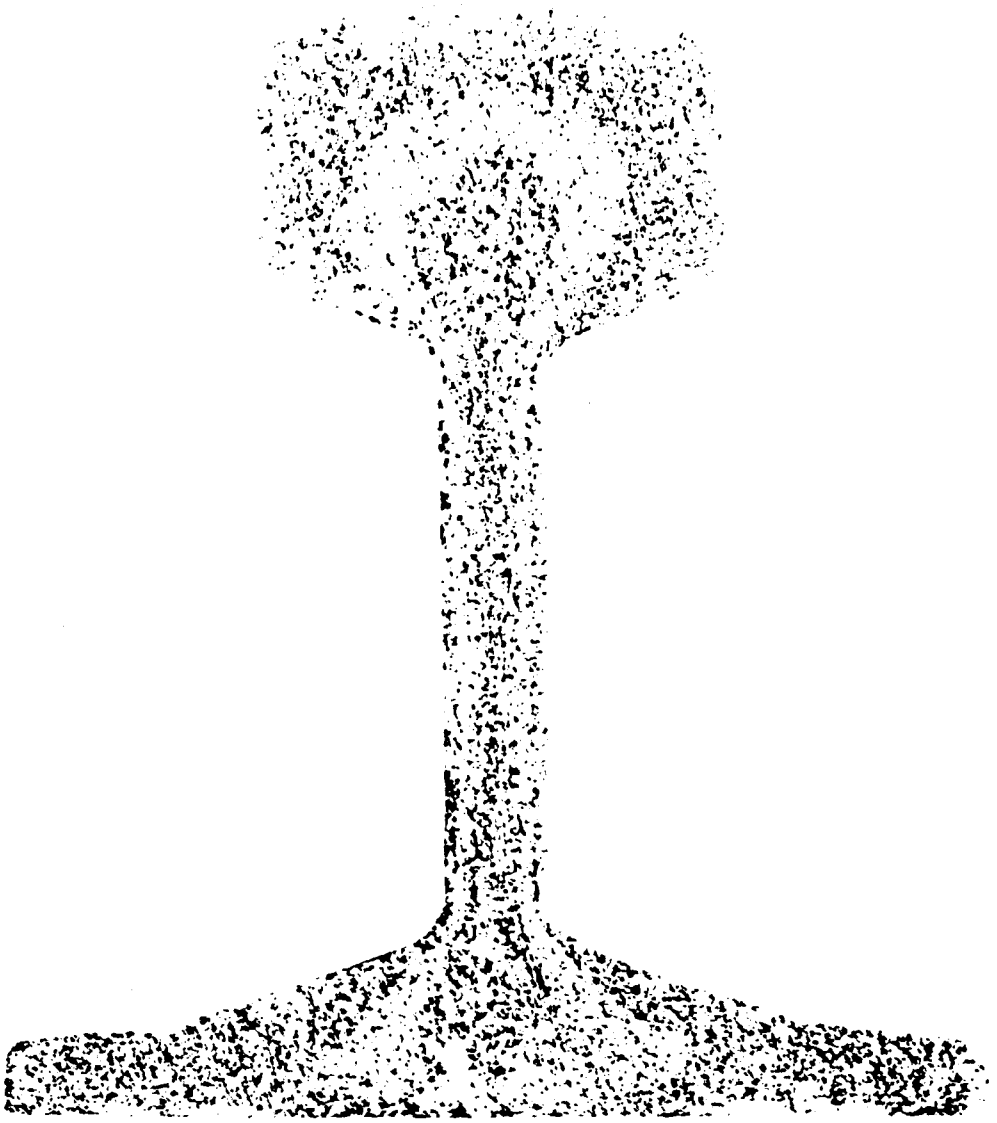


Fig 001 - 28 Segregación inversa

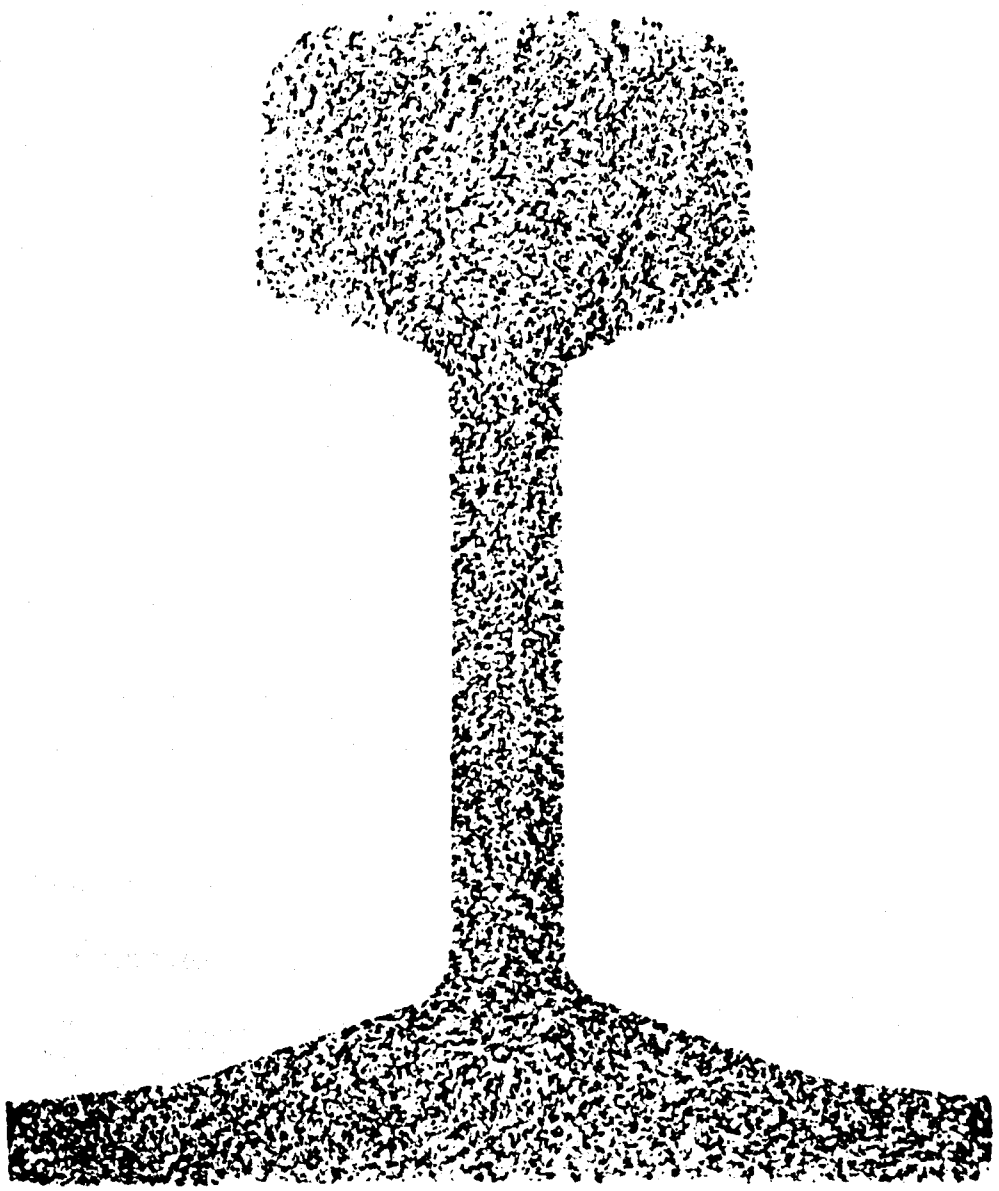


Fig 001-29 Sopladura de riel

se procederá a una prueba adicional en la sección de cabeza de las barras A de otros dos lingotes de la misma colada, escogidos por el Representante. Si las dos pruebas adicionales son satisfactorias, los rieles A de la colada serán aceptados. De lo contrario se procederá a un examen visual en la zona de almacenamiento, de los extremos de todas las barras A de la colada; las barras que presenten una oquedad aun filiforme, serán rechazadas cualquiera que sea su altura.

En caso que una huella de cabeza o de pie no resulte satisfactoria, se rechazará, en la cabeza o en el pie según el caso, un tramo de barra del lingote examinado correspondiente cuando menos a 300 kg de metal y se procederá a una prueba adicional en la sección de cabeza de barra A o de pie de barra Z, de otros dos lingotes de la misma colada, escogidos por el Representante. Si las dos pruebas adicionales son satisfactorias, los rieles A y Z, según el caso de la colada serán aceptados. De lo contrario se rechazará un tramo correspondiente a 300 kg de metal en cada una de estas barras A o Z. En este último caso se procederá a otras dos pruebas adicionales sobre las nuevas secciones de cabeza de barra A, o de pie de barra Z, según el caso, de dos lingotes cualquiera de la misma colada, escogidos por el Representante. Las dos pruebas adicionales deberán ser satisfactorias so pena de ocasionar el rechazo de todos los rieles de la colada.

5. Dureza Brinell. Se practicará una marca en la superficie de rodamiento de una muestra obtenida de los recortes de pie.

   Las condiciones de prueba son las siguientes:

   — Diámetro de la bola: 10 mm.

   — Carga: 3000 kg.

   — Tiempo de aplicación: 15 segundos.

   Proporción de las pruebas. Una prueba por colada, eventualmente sobre muestras que hayan servido para los exámenes macroscópicos.

   En caso que se deba efectuar una prueba de tensión por cada colada, no será necesario efectuar la prueba de dureza Brinell para estas coladas.

001.C.03.c.03 Transporte de los rieles

Los rieles serán manejados y cargados con cuidado de manera que no sufran ningún daño y que el hongo de los mismos no resulte afectado.

1. El Representante podrá rechazar cualquier riel tirado a una distancia y en forma tal que le hagan suponer un daño cualquiera.

2. De preferencia todos los rieles de 18.00 m de longitud se cargarán en el mismo vagón.

3. Los rieles cortos se cargarán de preferencia en un vagón aparte, los de mayor longitud se colocarán en la parte inferior y los de menor longitud en la parte superior del vagón.

001.C.03.c.04 Garantía

Los rieles serán garantizados por el proveedor durante seis años contra todo defecto imputable a la fabricación y no detectado durante la recepción en la planta. Este plazo expira el 31 de diciembre del sexto año contado a partir del año en fabricación marcado en relieve en el alma de los rieles.

Si durante este plazo algunos rieles deban retirarse del servicio debido a fractura o cualquier otro defecto, se procederá a un examen de confrontación entre las dos partes. En el caso de que sea reconocida la responsabilidad del proveedor, el o los rieles deberán ser, de común acuerdo, reemplazados gratuitamente o pagados a su valor como si fueran nuevos en el momento de retirar el o los rieles defectuosos. Los rieles averiados serán propiedad del Representante y quedarán en su poder. Sin embargo, el Representante se comprometerá a poner a disposición del proveedor y siempre que éste lo solicite, muestras de rieles defectuosos extraídas en los lugares escogidos por el proveedor para que éste pueda investigar las causas de las averías.

Se hará del conocimiento del proveedor a más tardar el 31 de marzo de cada año, de los retiros de rieles bajo garantía y reemplazados en el curso del año precedente. El proveedor tendrá 60 días de calendario a partir de la fecha en que se le entregue el aviso, para comunicar sus observaciones al Representante; pasado este plazo, se considerará que ha aceptado cumplir sin reserva con las obligaciones estipuladas en la garantía.

001.C.03.c.05 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante la impunidad total contra cualquier reclamación referente a esto.

001.C.04 RIEL USADO

001.C.04.a DESCRIPCION

Son rieles que ya han sido utilizados y que después de ser rehabilitados podrán emplearse en las vías del Metro de la Ciudad de México, siempre que cumplan con la siguiente especificación.

Los rieles se clasificarán por:

1. Tipo de acero:

   — Rieles de tipo 80 ASCE. Para ser utilizados en todas las vías; fabricados con acero no tratado, de calidad ordinaria y enfriamiento controlado.

   — Rieles de tipo 100 RE. Para ser utilizados en las zonas de los aparatos de vía, fabricados de acero no tratado, de calidad normalmente dura.

2. Procedimiento de fabricación: En la tabla 001-12 se muestran los diferentes procedimientos y sus respectivas composiciones químicas.

Tabla 001-12. Tipos y procedimientos de elaboración de rieles

Tipos de riel y procedimientos de elaboración del acero	Carbono %	Manganeso %	Silicio % máximo	Fósforo % máximo	Azufre % máximo
a) Tipo 80 ASCE	——				
Procedimiento Thomas	0.37-0.55	0.70-1.20	0.35	0.08	0.05
Procedimiento Bessemer	0.40-0.50	0.80-1.20	0.35	0.06	0.06
Procedimiento Siemens Martín Básico	0.40-0.55	0.80-1.20	0.35	0.05	0.05
Procedimiento eléctrico	0.40-0.60	0.80-1.20	0.35	0.04	0.05
Procedimiento de sopladura al oxígeno	0.40-0.60	0.80-1.20	0.35	0.05	0.05
b) Tipo 100 RE	0.50-0.70	1.30-1.70	0.50	0.05	0.05

001.C.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Riel nuevo	4.02.01.001.C.03
Método de análisis químicos para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1

001.C.04.c REQUSITOS DE CALIDAD

001.C.04.c.01 Aspecto

Los rieles no deberán tener marcas producidas por mellado o deformaciones por golpes, ni fisuras de cualquier tipo, líneas, grietas, escamas, oquedades o falta de metal; estas fallas se indican en la fig 001-30.

1. El enderazado se realizará en frío y se deberá efectuar por acciones graduales y nunca por impacto.

2. Los cortes se efectuarán en frío, con fresadora o sierra; además, los rieles no deberán tener perforaciones para juntas emplanchueladas en los extremos.

3. Toda operación en frío o en caliente que tenga por objeto disimular un defecto está formalmente prohibida.

001.C.04.c.02 Dimensiones y tolerancias

1. Las dimensiones y tolerancias serán las indicadas en las figs 001-21 y 001-22 de la especificación 4.02.01.001.C.03. Dado que la longitud de los rieles de FF. CC. varía de 9.15 m a 11.887 m y los del Metro son de 18.00 m, los requisitos para el riel usado serán los siguientes:

   — La longitud aprovechable será sin extremos barrenados.

   — La longitud será múltiplo de 0.75 m, según la tabla 001-13.

   La longitud aprovechable tiene como finalidad la de no interferir con la modulación establecida para la fijación de la vía.

   — La tolerancia máxima admisible en longitud será de ± 0.002 metros.

   — Escuadrado de los extremos. En el sentido vertical y en el eje del riel será de ± 0.6 milímetros.

2. El peso no deberá ser inferior al 2 por ciento del peso normal, siendo éstos de 39.807 kg/m para el riel tipo 80 ASCE y de 50.391 kg/m para el riel tipo 100 RE; los rieles que no cumplan esta especificación, serán rechazados.

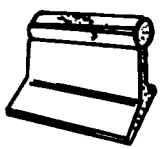
   El excedente al peso normal que rebase el 1 por ciento, no será pagado al proveedor.

3. El enderezado de los rieles se verificará mediante una regla de 1.50 m de longitud.

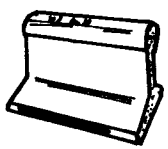
   — Para rieles 80 ASCE, el control se hará en los dos extremos. La flecha, tanto en el sentido vertical como el horizontal, no podrá exceder de 0.75 mm; el valor máximo de la flecha se localizará a una distancia mínima de 0.75 m del extremo del riel. Esta tolerancia sólo se acepta en el sentido vertical cuando el defecto tiene por resultado elevar el extremo; no se admite ninguna tolerancia si ésta tiene por resultado bajar el extremo.

   — Para rieles 100 RE, los requisitos son los mismos indicados para el riel 80 ASCE pero la tolerancia para la flecha se modifica a 0.5 milímetros.

   — Las barras que presenten variaciones en el enderezado, superiores a la tolerancia indicada, podrán volverse a enderezar en frío con una prensa y someterse a un nuevo control.

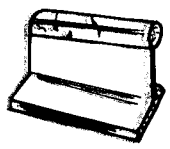


LADO DE ESCANTILLON

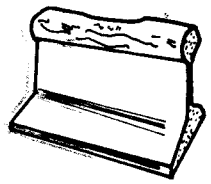


LADO EXTERIOR

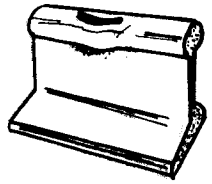
APARIENCIA DE UNA FRACTURA DEBIDA A UNA GRIETA DE CALOR



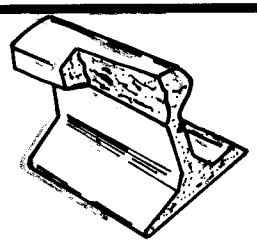
APARIENCIA DE LOS DEFECTOS TRANSVERSALES EN EL RIEL TENDIDO



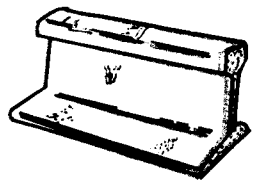
FALLA HORIZONTAL EN EL RIEL



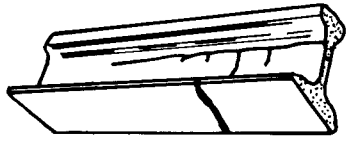
APARIENCIA EXAGERADA DE UNA GRIETA VERTICAL DEL HONGO EN ETAPA AVANZADA



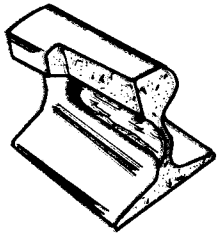
APARIENCIA GENERAL DE UNA GRIETA VERTICAL DEL HONGO



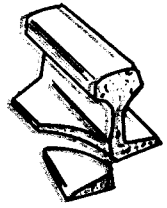
APARIENCIA DEL ENMUESCADO DE UN RIEL EN SERVICIO



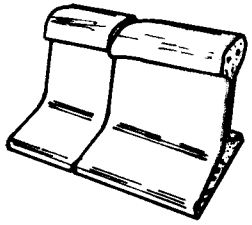
APARIENCIA DE UNA SEPARACION DEL HONGO Y EL ALMA EN UN RIEL TENDIDO



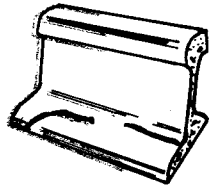
APARIENCIA DEL RIEL ENTUBADO



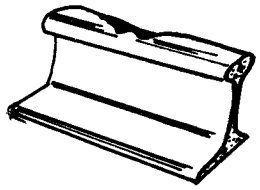
APARIENCIA GENERAL DE UN PATIN ROTO EN SERVICIO



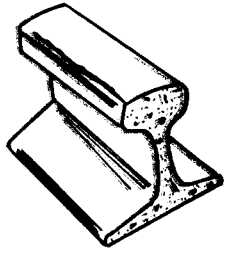
APARIENCIA DE UNA ROTURA ANGULAR O EN ANGULO RECTO EN EL RIEL EN SERVICIO



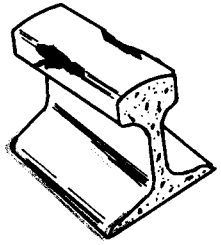
APARIENCIA DE UN PATIN ROTO EN EL RIEL EN SERVICIO



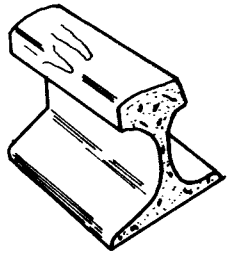
APARIENCIA DE UN RIEL TORCIDO EN EL RIEL EN SERVICIO



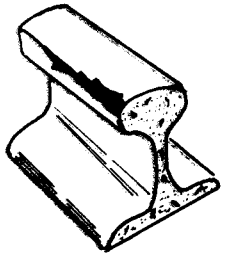
APARIENCIA DEL DESCONCHADO EN EL RIEL EN SERVICIO



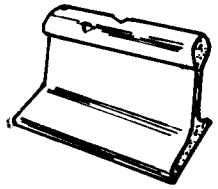
APARIENCIA DEL DESCASCARILLADO EN EL RIEL EN SERVICIO



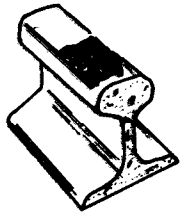
APARIENCIA DE LOS FLECOS EN EL RIEL EN SERVICIO



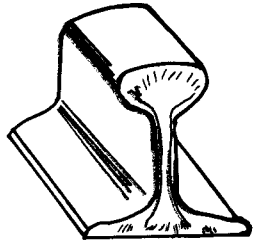
APARIENCIA DEL ESCURRIMIENTO EN EL RIEL EN SERVICIO



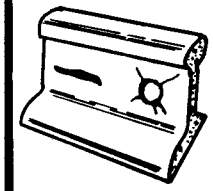
APARIENCIA DE LOS DEFECTOS DE LAMINADO EN EL RIEL EN SERVICIO



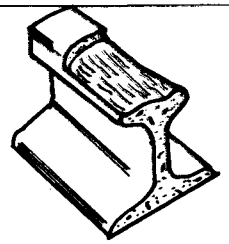
APARIENCIA DE UNA QUEMADA EN EL RIEL EN SERVICIO



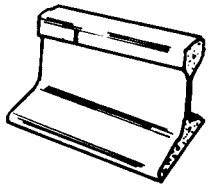
FISURA TRANSVERSAL EN EL RIEL



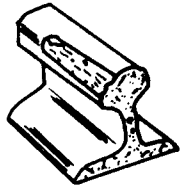
APARIENCIA DEL ALMA AGRIETADA DEL RIEL



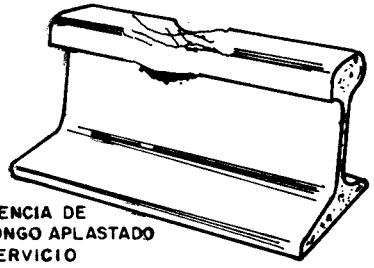
APARIENCIA DE UNA GRIETA HORIZONTAL DE UN RIEL



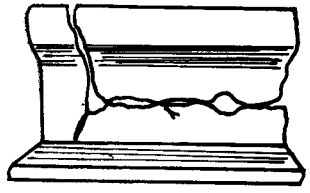
APARIENCIA DE UNA SOLDADURA DEFECTUOSA EN EL RIEL



APARIENCIA DEL DESCONCHADO DE UN RIEL



APARIENCIA DE UN HONGO APLASTADO EN SERVICIO



ROTURAS OCASIONADAS POR EL SERVICIO

Fig 001-30 Fallas aparentes en el riel

Tabla 001-13. Longitud aprovechable de riel

Longitud con barrenos, m	Longitud eliminando zona de barrenos, m	No. de múltiplos de 0.75 m	Longitud requerida con múltiplos de 0.75 m, m
9.15	8.413	11	8.25
10.05	9.313	12	9.00
11.887	11.150	14	10.50

001.C.04.c.03 Marcas

Los rieles deberán tener las siguientes marcas visibles que indiquen su naturaleza:

a) Marca de la fábrica.

b) Procedimiento de elaboración del acero.

c) Símbolo del tipo de acero.

d) El peso en libras por yarda y las letras que indiquen el tipo de riel.

e) Calidad del riel.

Si alguna marca llegase a desaparecer como consecuencia de recortes, ésta deberá reproducirse en frío con letras y números de golpe a 1.50 m aproximadamente del extremo y de 15 a 20 mm de altura en el orden indicado anteriormente y en presencia del Representante.

001.C.04.c.04 Condiciones de recepción

1. Supervisión

   El Representante tendrá el derecho de seguir a cualquier hora del día, la recepción del material, así como asistir a todas las pruebas y mediciones para enterarse de la calidad del material; podrá realizar todas las verificaciones necesarias para asegurar que se cumplan todos los requisitos establecidos en esta especificación.

2. Transporte de los rieles

   Los rieles serán manejados con cuidado, de manera tal que no sufran ningún daño. Los rieles de mayor longitud se colocarán en las partes inferiores, formando camas que serán soportadas por calzas de madera separadas entre sí 0.75 m; los de menor longitud formarán las camas superiores también soportadas por calzas de madera con la misma separación. Es necesario que las calzas que soportarán los rieles se coloquen en el mismo eje vertical, con el objeto de no producirles deformaciones a los mismos.

3. Verificación y pruebas

   Para este efecto se separarán los rieles en lotes de 50 toneladas o fracción por cada proveedor, marca, procedimiento de elaboración o tipo de riel. Los gastos de las pruebas y análisis serán por cuenta del proveedor.

Geometría. El proveedor deberá presentar dos series de escantillones machos y hembras conforme al trazo teórico del perfil del riel; asimismo, entregará al Representante dos series de escantillones de máximos y mínimos para controlar las tolerancias y la geometría; estos escantillones aprobados serán estampados por el Representante. Se verificará la geometría de los rieles de acuerdo a las indicaciones de 001.C.04.c.02 y con las tolerancias citadas en la tabla 001-14, en cada una de las piezas. En caso de que la geometría de algunas barras revisadas no cumpla con lo especificado estas piezas serán marcadas, separadas y rechazadas.

Aspecto. El aspecto se verificará de acuerdo con lo mencionado en 001.C.04.c.01; la inspección se hará visualmente en todos los tramos de riel por suministrar. Todos los tramos que no cumplan con lo indicado serán rechazados.

Análisis químico. Se tomarán dos muestras por cada lote y preferentemente de los sobrantes que resulten en 001.C.04.c.02; sin embargo, el Representante podrá tomar las muestras de los tramos completos si así lo juzga conveniente.

El análisis químico deberá indicar que el acero tiene una composición química uniforme, la cual encasille al material en alguna de las calidades y procedimientos de elaboración que se indican en 001.C.04.a.

Para que el lote sea aceptado, los resultados de las dos muestras deberán corresponder con lo indicado en 001.C.04.a. En caso de que una o ambas muestras no cumplan con los requerimientos químicos establecidos, deberán tomarse dos muestras más y realizarse los análisis químicos correspondientes; cualquier resultado negativo dará lugar al rechazo del lote completo.

Prueba de impacto. Por cada lote se obtendrá una muestra de prueba de 1.5 m de longitud como mínimo; será cortada en uno de los extremos del tramo de riel escogido.

La muestra deberá ser ensayada con el hongo hacia arriba y a una temperatura comprendida entre 283 y 305 K (10 y 32°C). La muestra se colocará con una distancia entre apoyos de 0.90 m, cuyo radio será de 100 milímetros.

Un mazo de 1000 kg con un radio de curvatura en su parte inferior de 100 mm, descenderá en caída libre sobre el riel desde una altura de seis

Tabla 001-14. Tolerancias en el perfil

Concepto	Tolerancias riel 80 ASCE				Observaciones	
	Riel nuevo normal		Riel usado 1a. clase		Riel nuevo normal	Riel usado
	+mm	−mm	+mm	−mm		
Altura del riel	0.5	0.5	0.5	0.75	Se admite una tolerancia de 0.5 mm para los valores del centro de la barra en comparación con los valores extremos	Se admite esta tolerancia de 0.75 mm únicamente en el hongo
Ancho del patín	1	1	1	1	Se admite una tolerancia de + 0.5 mm para los valores del centro de barra en comparación con los valores de los extremos	
Ancho nominal del hongo (1)	0.5	0.5	0.5	0.75	Se admite una tolerancia de + 0.1 mm para los valores del centro de la barra en comparación con los valores de los extremos	
Inclinación del eje real	0.5	0.5	0.5	0.5		
Asimetría del perfil (2)	1.2	1.2	1.2	1.2		
Espesor del alma (3)	1	0.5	1	0.5		
Inclinación de la superficie de embridado (4)	0.4	0.4	0.4	0.4		
Altura de embridado (5)	0.5	0.5	0.5	0.5		
Cualquier otra dimensión	0.5	0.5	0.5	0.5		

(1) Medido 14 mm abajo de la superficie de rodamiento.

(2) Controlada mediante gálibos.

(3) Medido sobre el espesor mínimo.

(4) Verificada sobre la base de 14 mm paralela a la superficie de embridado teórico.

(5) Medida entre las intersecciones de los asientos de las superficies de embridado con el eje vertical del riel.

metros. El resultado de la prueba será positivo y el lote aceptado si el riel no se rompe o si no se conserva una flecha residual superior a 48 mm para el riel 100 RE o de 68 mm para el riel 80 ASCE; la flecha se medirá con un cordel de 0.90 m de longitud.

En caso contrario, se tomará una nueva muestra en el otro extremo del riel seleccionado y se repetirá la prueba; si el resultado es satisfactorio el lote será aceptado; si no es así se escogerán tres nuevos tramos de riel para obtener muestras para ensayes. Si todos los resultados son satisfactorios

el lote se aceptará; en caso contrario quedará rechazado.

Textura. Del mismo tramo de riel de donde se obtuvo la muestra para la prueba de choque, se tomará otra muestra igual y será rota en una prensa de prueba para examinar la sección del riel.

La sección no deberá presentar ningún defecto interior, una zona brillante o un centro con granos finos. Si esto se cumple el lote será aceptado; si no, se analizarán tres nuevas muestras tomadas de otros tantos tramos de riel. Si alguna de las nuevas muestras no satisface los requisitos, todo el lote será rechazado. Por defecto interior se entenderá la existencia de fisuras, líneas, grietas, falta de metal, escoria o inclusión de materias extrañas.

Homogeneidad de los rieles. Cada uno de los rieles será sometido a inspección de su estructura interna para determinar si existen fallas, fisuras o grietas en su interior. Se utilizará cualquiera de los métodos conocidos de detección electromecánica y/o detección por sonido.

Los tramos que no cumplan con los requisitos de esta prueba serán eliminados.

001.C.05 BARRA GUIA FRANCESA

001.C.05.a DESCRIPCION

Es un perfil angular de alas con anchos desiguales fabricado en acero; sirve para el guiado, la alimentación de corriente de tracción del material rodante y la telefonía de trenes; es uno de los perfiles componentes de las vías del Metro de la Ciudad de México.

001.C.05.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Ensaye de tracción en aceros	AFNOR NF-A-03-151
Ensaye de doblado en aceros	AFNOR NF-A-03-157
Aceros de construcción de uso general	AFNOR NF-A-35-501

001.C.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.C.05.c.01 Materiales. Las barras guía y/o de toma de corriente serán fabricadas en acero tipo A-34-2NE (no efervescente), definido por la norma francesa A-35-501 y presenta las siguientes características mecánicas:

— Tensión de ruptura: 33.0 daN/mm² (3370 kg/cm²) $\leq R \leq$ 41.0 daN/mm² (4180 kg/cm²).

— Alargamiento: $A \geq 30\%$.

— Doblado en frío a 180°: No debe aparecer ninguna grieta o desgarre en el metal.

001.C.05.c.02 Análisis químicos

1. El fabricante deberá proporcionar los resultados de los análisis sobre lingotes de fundición efectuados durante cada colada para verificar que se respete la siguiente composición química:

Carbono	$\leq$ 0.120 %
Fósforo	$\leq$ 0.050 %
Azufre	$\leq$ 0.050 %
Nitrógeno	$\leq$ 0.007 %

Cada colada será analizada en el laboratorio del proveedor y los resultados de los análisis serán anotados en un registro y se entregarán al Representante cada vez que lo solicite; por otra parte, durante la recepción, el proveedor hará entrega de estos resultados en forma de certificado.

2. El producto terminado deberá tener la siguiente composición:

Carbono	$\leq$ 0.123 %
Fósforo	$\leq$ 0.055 %
Azufre	$\leq$ 0.055 %
Nitrógeno	$\leq$ 0.008 %

001.C.05.c.03 Análisis eléctricos

A título indicativo, deberá realizarse la medición de la resistividad.

001.C.05.c.04 Fabricación

El procedimiento de elaboración del acero se deja a elección del fabricante, quien deberá notificarlo antes de la elaboración.

Antes de empezar la fabricación, el proveedor preparará dos series de escantillones que permitan la verificación del perfil teórico de las barras a fabricar y dos series más (máximo y mínimo) para controlar las tolerancias sobre las dimensiones que se prevén. Todos los escantillones necesarios para el control de la fabricación serán manufacturados por el proveedor y sometidos a la aprobación del Representante, quien les estampará sus marcas.

Una serie de todos los escantillones grabados le será entregada al Representante para constancia de aprobación; para efecto de control sólo serán válidos los escantillones que lleven el grabado de autorización del Representante.

1. Laminado

La sección inicial del lingote deberá ser cuando menos 20 veces mayor que la de la barra que se va a laminar; los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán enfriarse artificialmente.

El laminado será ejecutado de tal manera que se obtengan superficies lisas y uniformes.

2. Recorte

Los lingotes y las barras laminadas deberán ser saneadas suficientemente en los dos extremos para que las barras cumplan con las condiciones de la presente especificación.

Los recortes obtenidos deben tener un largo suficiente para permitir la toma de las muestras previstas en 001.C.05.c.04(1).

3. Enfriamiento

Las barras deberán dejarse enfriar en una posición tal que las deformaciones producidas por el enfriamiento lleguen a ser en todo lo posible, sensiblemente rectilíneas.

Durante la duración del enfriamiento hasta la temperatura ambiente, las barras deberán estar protegidas contra la lluvia y preservadas contra cualquier contacto fortuito con el agua.

4. Acabado

El enderezado en frío debe efectuarse gradualmente sin golpes, para evitar cualquier alteración del metal.

La puesta a longitud se efectuará por corte en frío, con fresa o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas resultantes del corte serán quitadas con lima o esmeril y está prohibido arreglarlas con martillo.

5. Terminación

Las caras y los extremos de las barras deberán estar exentos de fisuras, grietas, rebabas, rechupes o cualquier otro defecto perjudicial para el uso del producto.

Los defectos superficiales serán sondeados y eliminados mediante cincelado hasta su completa desaparición. Si la falta de metal resultante de esta operación rebasa las tolerancias previstas para las dimensiones, el Representante puede autorizar la reparación si considera que el defecto no tiene mucha importancia para un buen servicio de la barra. La reparación deberá realizarse bajo un control estricto por parte del Representante.

Cualquier operación, sea en frío o en caliente, que tenga por objeto ocultar un defecto, está formalmente prohibida.

6. Marcas

Las barras deben llevar fuera de la superficie de guía, las siguientes marcas:

Marcas en relieve provenientes del laminado. Se harán en caracteres de 1 a 1.5 mm de espesor y de 20 a 35 mm de alto e indicarán:

— La marca de la fábrica productora.

— Las dos últimas cifras del año de fabricación.

Marcas grabadas en caliente. El número de la colada será marcado sobre la cara que lleva las marcas en relieve, a un metro aproximadamente de un extremo.

Los recortes también serán marcados en caliente con los números de colada.

Marcas grabadas en frío. Después del acabado, sobre uno de los extremos:

— Reproducción de las marcas grabadas en caliente.

7. Dimensiones

Las dimensiones del perfil serán las indicadas en la fig 001-31. Las barras serán entregadas en tramos de 18 m; sin embargo, serán toleradas barras menores de 18 m, dentro del límite del 10 por ciento del tonelaje total.

Estas barras podrán tener una longitud cualquiera, con la condición que esta longitud esté comprendida entre 9 y 18 m; los extremos de estas barras serán cortadas a escuadra.

8. Tolerancias dimensionales

Serán permitidas las siguientes tolerancias sobre las dimensiones nominales:

— Largo: + 30 mm, − 5 mm para las barras de 18 metros.

— Sección:

a) Longitud de las alas

— Sobre el ala menor: ± 2 mm.

— Sobre1 el ala mayor: + 4 mm, − 0 mm.

— Espesor: + 1.5 mm, − 0 mm.

b) Tolerancias de los radios de enlace:

— Radio R=12.5 mm. Tolerancia: ± 0.5 mm.

— Radio R= 2.0 mm. Tolerancia: + 0.5 mm, − 1.5 mm.

c) Los valores de los radios que no están citados en el inciso anterior, se consideran valores máximos.

— Diferencia de la perpendicularidad del ala mayor con relación al ala menor: 2%.

— El enderezado de las barras se verificará por medio de una regla de 1.50 m de largo.

El control se hará en los dos extremos sobre cada ala y sobre un largo igual al de la regla.

La flecha medida no debe exceder en 1.5 mm y su valor máximo debe presentarse a una distancia mínima de 0.75 m a partir del extremo de la barra.

Entre las dos zonas de 1.50 m establecidas, la flecha no debe en ningún caso rebasar en milímetros más de dos veces el largo de la cuerda medida en metros.

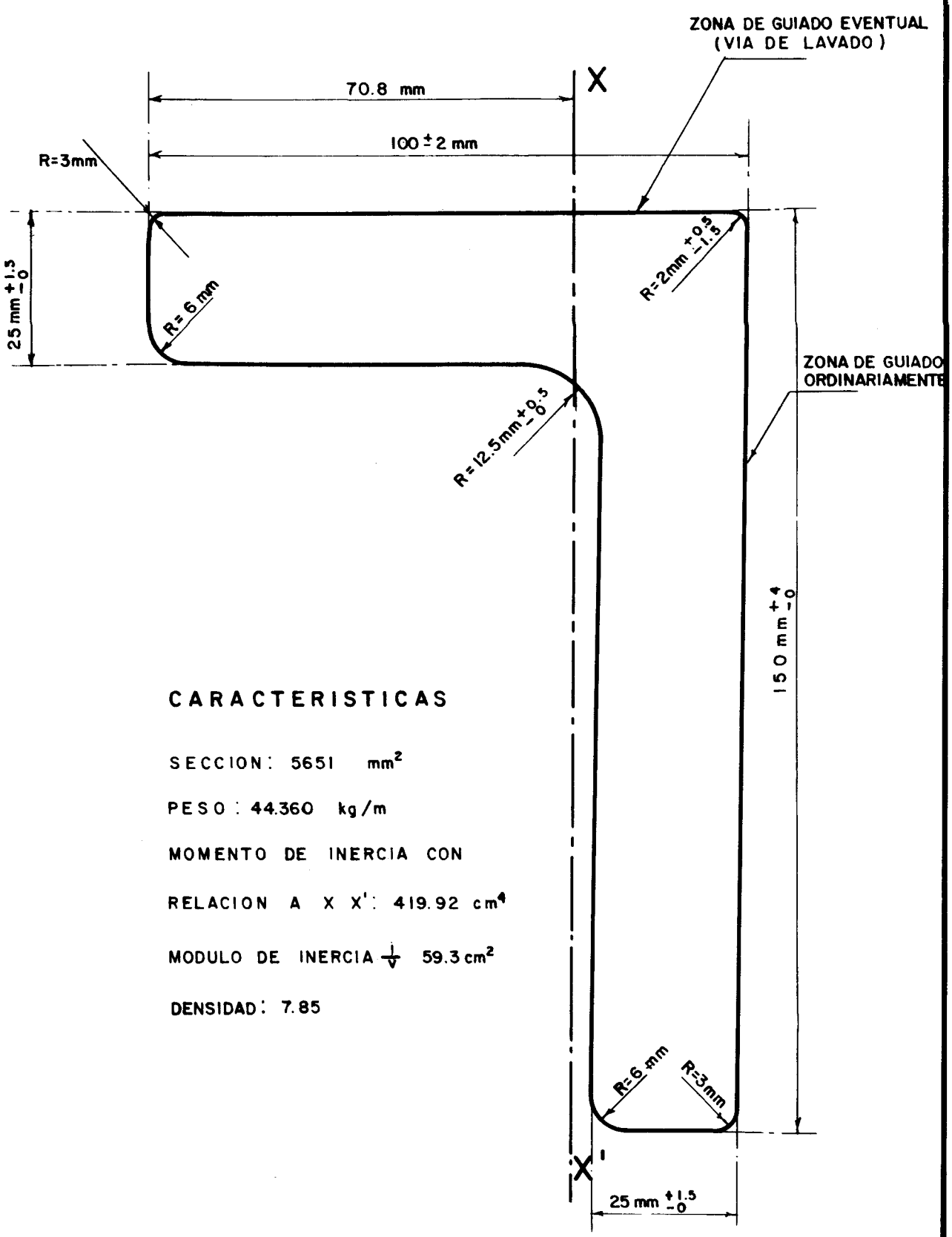


Fig 001-31 Barra guía francesa

— Escuadrado de los extremos

Los extremos deben ser planos y cortados en escuadra con relación a los dos planos principales de la barra; se permitirá una tolerancia de medio milímetro sobre el escuadrado.

9. Variación de peso

Un decímetro cúbico de acero laminado pesa 7.85 kg; el peso normal métrico de las barras es igual a 44.36 kg/m.

Para cada lote presentado en recepción, la evaluación del peso métrico de las barras se hará dividiendo el peso de 20 barras, de las cuales la mitad será escogida por el Representante y la otra mitad por el proveedor, entre la longitud total de estas barras.

El peso métrico así evaluado no deberá ser inferior en más del 1 por ciento del peso normal; si esta condición no se cumple el lote será rechazado. Si el peso evaluado es mayor al peso normal, este excedente deberá ser menor del 3 por ciento. Bajo esta reserva, las barras de cada entrega serán pagadas según su peso así evaluado; si el peso total de la entrega excede más del 3 por ciento del peso calculado con el peso normal, entonces, el excedente de más del 3 por ciento no será pagado.

001.C.05.c.05 Condiciones de recepción

El Representante tiene el derecho de seguir de día y de noche la fabricación en todos sus detalles, de asistir a todas las pruebas y análisis relacionados con las coladas destinadas a las barras y de enterarse de sus resultados. El Representante podrá proceder a todas las verificaciones necesarias para asegurarse que las condiciones de fabricación previstas sean exactamente cumplidas. El proveedor tiene la obligación de dar aviso al Representante con un mínimo de cinco días antes del inicio de la fabricación, especificando el día y la hora.

Las barras serán presentadas para recepción en la fábrica, en estado de entrega; después serán agrupadas por lotes constituidos cada uno por el conjunto de barras procedentes de una misma colada. Los recortes reservados para las pruebas serán clasificados por colada, identificándolas con el número de la colada correspondiente, cuidando que éste quede bien visible.

Esta clasificación será conservada hasta la toma de las muestras necesarias para las pruebas por parte del Representante; sin embargo, la toma de muestras podrá efectuarse directamente en el momento del laminado. Si esta toma de muestras no se efectúa en un plazo de 72 horas después del laminado de las barras, el fabricante podrá, si lo cree indispensable, destruir esta clasificación después de haber tomado él mismo las barras necesarias para las pruebas.

Por cada colada, la presentación para recepción debe hacerse bajo la responsabilidad del director de la fábrica productora, por medio de nota escrita, firmada por él o por su delegado autorizado, que certifique que las condiciones de fabricación han sido observadas plenamente y que las barras no han sido presentadas en recepción anterior para el mismo uso. Esta nota que reproduce las indicaciones del pedido debe ser entregada al Representante.

1. Obtención de las muestras

Se tomarán tres recortes de 0.50 m por colada, los cuales serán debidamente identificados por el número de colada y de su posición en el lingote (cabeza o pie). El Representante escogerá uno de los tres recortes para realizar las pruebas; los otros dos serán reservados para eventuales pruebas complementarias.

2. Proporción de las pruebas

Las verificaciones y controles que se prevén en 001.C.05.c.06(1), serán efectuados sobre todas las barras presentadas para recepción.

Una serie de las pruebas previstas en 001.C.05.c.06(2) a 001.C.05.c.06(5), será efectuada sobre cada colada.

001.C.05.c.06 Pruebas

Las muestras serán preparadas conforme a las indicaciones que se dan a continuación para cada una de ellas. Las muestras se trabajarán en frío y no podrán someterse a ninguna operación de martilleo, de deformación en frío, de temple o de recocido.

1. La verificación de las dimensiones y del aspecto será de acuerdo con todos los procedimientos juzgados convenientes por el Representante y especialmente por medio de los escantillones previstos para el caso.

2. Prueba de tensión

La prueba se efectuará de acuerdo con la norma francesa NF-A-03.151.

Las probetas de tensión serán cortadas en frío; su eje longitudinal será paralelo al sentido del laminado y deberá estar en el tercio exterior del ala más ancha.

Las probetas serán de forma cilíndrica y con un diámetro de 10 mm, o sea una sección de 78.5 mm^2; la longitud entre puntos de referencia será igual a 50 mm, incluyendo la parte calibrada comprendida entre 60 y 70 milímetros.

En cada probeta se determinará:

— La carga de ruptura R.

— El alargamiento a la ruptura A expresado en porcentaje de la longitud inicial entre puntos de referencia.

3. Prueba de doblado en frío

La prueba se efectuará según las recomendaciones de la norma francesa NF-A-03.157.

El ancho de las muestras de doblado será de 30 mm y su espesor será reducido a 20 mm por medio de cepillado o fresado de una sola cara para dejar intacta una de las capas del lamina-

do; la cara maquinada deberá colocarse hacia el interior del doblez.

La prueba se realizará en frío y la muestra se doblará sobre un mandril de 10 mm de diámetro, hasta 180°.

4. Análisis químico

La fábrica productora proporcionará al Representante, en forma de certificado, los datos que dan la composición química sobre lingotes de todas las coladas que forman parte de la fabricación. Estos análisis comprenden la dosificación del fósforo, azufre y del nitrógeno. Las cantidades de carbono, manganeso y silicio se darán a título indicativo únicamente. Si el Representante considera oportuno proceder a algunos análisis de control, las muestras serán obtenidas en presencia del proveedor, de los designados por éste y después de haber sido provistas de todas las marcas necesarias para su identificación, serán enviadas a un laboratorio aceptado por las dos partes. Además del análisis sobre cada colada, se efectuará el análisis químico del metal después de la toma de muestras sobre el producto terminado.

5. Medición de la resistividad

La resistividad se medirá con el método del puente doble de Thomson. Los resultados, expresados en microoohms-cm^2/cm, serán restablecidos a la temperatura de 273 K (0°C) (coeficiente de temperatura 0.00411 por grado).

6. Bases de aceptación

Para que el lote sea recibido, deben cumplirse todos los requisitos establecidos; sin embargo, si durante la prueba correspondiente a un lote presentado en recepción, una muestra no satisface las condiciones requeridas, se procederá a dos pruebas complementarias del mismo tipo sobre los dos recortes preparados para este fin.

Si las dos pruebas complementarias son satisfactorias, el lote es aceptado; de lo contrario, será rechazado.

Las barras rechazadas serán marcadas cerca del número de colada con signos convencionales indelebles.

001.C.05.c.07 Garantía

1. El proveedor garantiza las barras durante cinco años contra cualquier defecto imputable a la fabricación y no descubierto durante la recepción en la fábrica. Este plazo vence el 31 de diciembre del quinto año, a partir del año de fabricación que aparece en relieve sobre las barras.

2. Toda barra que durante este plazo llegara a quebrarse, deteriorarse o desgastarse durante el transporte, maniobra, en la colocación de la vía o después de la misma y que no sea por un desgaste normal o bien, si se constatara la existencia de defectos no detectados durante la recepción en la planta, da lugar al pago por el proveedor de una indemnización igual al valor de la barra, calculado aplicando el precio del último pedido dado por la administración de al menos 1000 toneladas.

3. Las barras que por su utilización especial, han sufrido fuera de la planta de fabricación reparaciones en caliente o en frío en las zonas donde se ha producido una ruptura o una avería, dan lugar al pago de dicha indemnización, sólo si se comprueban defectos de fabricación. Las barras averiadas o rotas quedarán en propiedad del Representante. Sin embargo, el Representante se compromete a poner a disposición del proveedor, y a petición de éste, tramos de barra defectuosos tomados de los lugares escogidos por el proveedor para permitirle investigar las causas de las averías. Todos los gastos de transporte estarán a cargo del proveedor.

4. Se le informará al proveedor, a más tardar antes del 31 de marzo de cada año, sobre las barras retiradas que están en garantía y reemplazadas en el transcurso del año precedente. El proveedor tendrá 60 días calendario a partir de la notificación del aviso, para hacer saber sus observaciones; pasado este término, se considera que él ha aceptado pagar sin reservas las obligaciones de garantía.

001.C.05.c.08 Derechos de patente

Los derechos de patente están a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.C.06 BARRA GUIA EN ACERO A-36

001.C.06.a DESCRIPCION

Es un perfil angular de alas con anchos desiguales fabricado en acero; sirve para el guiado, la telefonía y la alimentación de corriente de tracción del material rodante; es uno de los perfiles componentes de las vías del Metro de la Ciudad de México.

001.C.06.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Requisitos generales para la entrega de planchas, placas, placas, perfiles, tablestacas y barras de acero laminado en caliente para uso estructural	NOM B-252
Acero estructural	NOM B-254
Método de prueba para la determinación de resistencia eléctrica y resistividad en materiales metálicos conductores de electricidad	NOM J-41

001.C.06.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.C.06.c.01 Materiales

Las barras de toma de corriente serán de acero (de calidad soldable) tipo A-36 definido por la norma NOM B-254 y presentan las siguientes características mecánicas:

— Tensión de ruptura: 40.0 daN/mm² (4100 kg/cm²) $\leq R \leq$ 55.0 daN/mm² (5600 kg/cm²)

— Límite de fluencia, mínimo: 24.7 daN/mm² (2500 kg/cm²)

— Alargamiento en 200 mm de longitud calibrada, mínimo: 20 %

— Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo: 21 %

— Doblez en frío a 180°: No deberán observarse grietas en la parte exterior doblada.

001.C.06.c.02 Análisis químico

La composición química que el fabricante deberá respetar será la siguiente:

POR COLADA

Carbono	(C) $\leq$ 0.26 %
Fósforo	(P) $\leq$ 0.04 %
Azufre	(S) $\leq$ 0.05 %
Nitrógeno	(N) $\leq$ 0.008 %
Manganeso	0.80 % $\leq$ Mn $\leq$ 1.10 %
Silicio	(Si) $\leq$ 0.30 %
	P + S $\leq$ 0.063 %

PRODUCTO TERMINADO

C $\leq$ 0.30 %

P $\leq$ 0.05 %

S $\leq$ 0.06 %

N $\leq$ 0.009 %

0.72 % $\leq$ Mn $\leq$ 1.20 %

Si $\leq$ 0.30 %

P + S $\leq$ 0.09 %

Para tal efecto, cada colada será analizada en el laboratorio del proveedor y los resultados serán anotados en un registro, el cual será entregado al Representante cada vez que lo solicite. Estos resultados harán las veces de autorización de la colada.

001.C.06.c.03 Análisis eléctricos

A título indicativo deberá realizarse la medición de la resistividad.

001.C.06.c.04 Fabricación

El acero empleado en la fabricación de las barras guía no deberá ser efervescente y podrá obtenerse por uno o más de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico y deberá cumplir con lo especificado en la norma NOM B-252 vigente. Antes de empezar la fabricación, el proveedor preparará a su cargo, dos series de escantillones que permitan la verificación dimensional del perfil (por el método pasa - no pasa) de las barras por fabricar y los someterá ante el Representante para su aprobación.

Una serie de todos los escantillones, grabados para constancia de su aprobación, será entregada al proveedor y la otra quedará en poder del Representante; sólo serán válidos los escantillones que lleven los sellos grabados de autorización.

1. Fabricación. El proveedor deberá avisar, con un mínimo de 10 días antes, el inicio de la fabricación para que se proceda a realizar las verificaciones, previas y durante la fabricación, establecidas por esta especificación.

2. Laminado. La sección inicial del lingote deberá ser cuando menos 20 veces mayor que la del perfil que se va a laminar; los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán enfriarse artificialmente. El laminado será ejecutado con el objeto de obtener superficies lisas y uniformes.

3. Recorte

   Los lingotes y las barras laminadas deberán ser saneados suficientemente en los dos extremos para que se cumpla con las condiciones de la presente especificación.

   Los recortes obtenidos deberán tener un largo suficiente para permitir la toma de las muestras prevista en 001.C.06.c.05(1).

4. Enfriamiento

   Las barras deberán dejarse enfriar en una posición tal que las deformaciones producidas por el enfriamiento lleguen a ser en todo lo posible, sensiblemente rectilíneas.

   Durante toda la duración del enfriamiento hasta la temperatura ambiente, las barras deberán estar protegidas contra la lluvia, la nieve y contra cualquier contacto fortuito con el agua.

5. Terminación

   Las caras y los extremos de las barras deberán estar exentos de fisuras, grietas, rebabas, rechupes o cualquier otro defecto perjudicial para el uso del producto.

   Los defectos superficiales serán saneados y eliminados mediante un procedimiento aprobado por el Representante, cuando éstos se presenten en las caras del ángulo; este concepto no es aplicable en el vértice. El Representante podrá autorizar la reparación si considera que el defecto no tiene mucha importancia para un buen servicio de la ba-

rra. La reparación se hará bajo el control del Representante.

Cualquier operación, sea en frío o en caliente, que tenga por objeto ocultar un defecto, está formalmente prohibida.

6. Acabado

El enderezado en frío deberá efectuarse mediante acción gradual sin golpes, para evitar cualquier alteración del metal.

El ajuste de longitud se realizará en frío, con sierra o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas del corte deberán ser retiradas antes de su instalación.

7. Marcas

Las barras deberán llevar fuera de la superficie de guía, las siguientes marcas ya sea en relieve o con pintura indeleble.

Marcas después de la colada. El número de la colada deberá marcarse a un metro aproximadamente de un extremo, sobre el ala de 101.6 mm (4"), con color amarillo. Los recortes también serán marcados con los números de colada.

Marcas aplicadas en el laminado. Después del laminado, se harán las siguientes marcas con caracteres de 1 a 1.5 mm de espesor y de 20 a 35 mm de alto:

— La marca de la fábrica productora.

— Las últimas dos cifras del año de fabricación.

Después del acabado todas las marcas serán reproducidas sobre uno de los extremos.

8. Dimensiones

Las dimensiones del perfil deberán corresponder a las indicadas en la fig 001-32.

Las barras serán entregadas en tramos de 18 metros. Serán admitidas barras menores de 18 m en la siguiente proporción:

— Con longitud de 15 a 18 m, hasta un 35 por ciento del peso total del pedido.

— Con longitud de 12 a 15 m, hasta un 15 por ciento del peso total del pedido.

9. Tolerancias dimensionales

Serán permitidas las siguientes tolerancias sobre las dimensiones nominales:

Largo:

— Para barras de 18 m de longitud ± 152.4 mm (± 6")

— Para barras de longitud menor que 18 m, ± 76.2 mm (± 3")

Sección:

— En longitud de ambas alas: ± 3.2 mm (1/8")

— En el espesor de ambas alas: + 1.6 mm, − 0 mm (+ 1/16", − 0").

Tolerancias sobre el valor de los radios:

— Radio R = 12.7 mm. Tolerancia: ± 0.5 mm.

Los valores de los radios que no tienen tolerancias se consideran como máximos.

Diferencia de la perpendicularidad del ala mayor con relación al ala menor: 2%.

Enderezado

El enderezado de las barras se verificará por medio de una regla de 1.50 m de largo.

El control se hará en los dos extremos sobre cada ala y sobre un largo igual al de la regla.

La flecha medida no debe exceder de 1.5 mm y su valor máximo debe presentarse a una distancia mínima de 0.75 m del extremo de la barra.

Entre las dos zonas de 1.50 m establecidas, la flecha no debe, en ningún caso, rebasar en milímetros más de dos veces el largo de la cuerda medida en metros.

Escuadrado de los extremos

Los extremos deberán ser planos y cortados en escuadra con relación a los dos planos principales de la barra; es permitida una tolerancia de 1/50.8 mm por mm (1.97 % o 1°8') sobre el escuadrado.

Variación de peso

Un decímetro cúbico de acero laminado pesa 7.841 kg; el peso normal por metro de las barras será de 45.7 kg. Por cada lote presentado en recepción, la evaluación del peso de las barras se hará dividiendo el peso resultante de pesar 20 barras de longitud normal, escogidas, una mitad por el Representante y la otra mitad por el agente de la fábrica, entre el largo de estas barras. El peso así evaluado no deberá ser inferior al 1 por ciento del peso normal, ni superior en más del 4 por ciento de este peso. Si esta condición no es cumplida, las barras correspondientes serán rechazadas. Bajo estas condiciones, las barras de cada entrega serán pagadas según su peso calculado en la forma explicada anteriormente, pero si al entregarse el último lote del pedido, el peso total de las entregas rebasa el 3 por ciento del peso normal, el excedente por arriba del 3 por ciento no será pagado por el Representante.

001.C.06.c.05 Condiciones de recepción

El Representante tiene el derecho de seguir de día y de noche la fabricación en todos sus detalles, de presenciar todas las pruebas y análisis relacionados con las coladas y de sus resultados. Podrá efectuar todas las verificaciones necesarias para asegurarse que las condiciones de fabricación previstas sean exac-

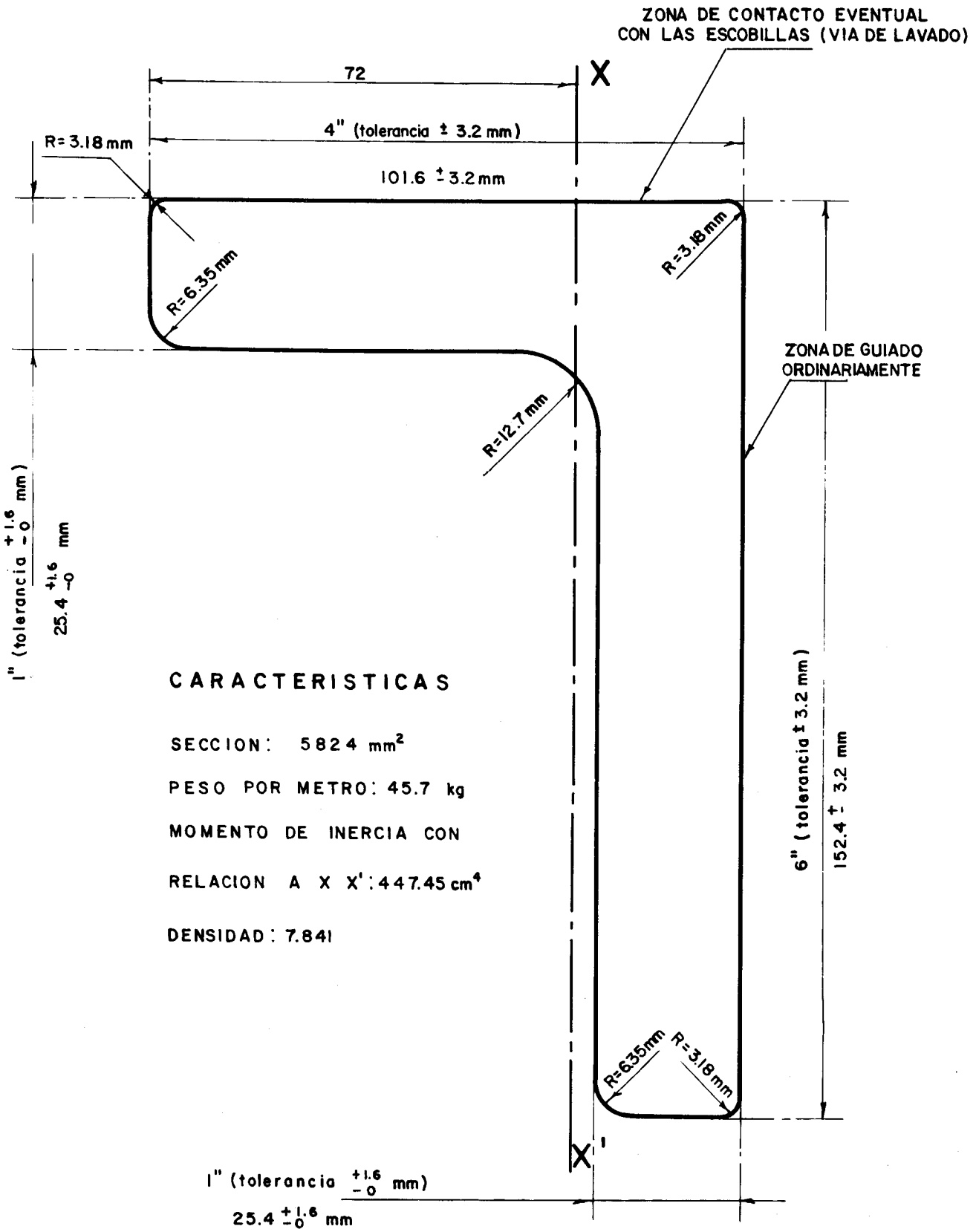


Fig 001-32 Barra guía en acero A-36

tamente cumplidas. El proveedor tiene la obligación de dar aviso al Representante, con un mínimo de 10 días antes del inicio de la fabricación.

Las barras serán presentadas para recepción en la fábrica del proveedor en estado de entrega, a medida que sean laminadas; después serán agrupadas por lotes constituidos cada uno por el conjunto de barras guía procedentes de una misma colada. Los recortes reservados para las pruebas serán clasificados por colada y los números de las coladas quedarán visibles. Esta clasificación será conservada hasta la toma de las muestras necesarias para las pruebas, por el Representante; sin embargo, la toma de muestras podrá efectuarse directamente en el momento del laminado. Por cada colada, la presentación para recepción deberá hacerse bajo la responsabilidad del superintendente del departamento de producción, por medio de nota escrita, firmada por él o por su delegado autorizado que certifique que las condiciones de fabricación han sido observadas plenamente y que las barras no han sido presentadas en recepción anterior para el mismo uso.

La nota que reproduce las indicaciones del pedido deberá ser entregada al Representante.

1. Obtención de las muestras

   Se tomarán tres recortes de 0.50 m por colada, los cuales serán debidamente identificados por el número de colada y sin importar la posición en el lingote. El Representante escogerá uno de los tres recortes para realizar las pruebas; los otros dos serán reservados para eventuales pruebas complementarias.

2. Proporción de las pruebas

   Las verificaciones y controles previstos en 01.C.06.c.06(1) serán efectuados sobre todas las barras presentadas para recepción.

   Una serie de las pruebas previstas en 001.C.06.c.06(2, 3 y 4) será efectuada sobre cada colada.

001.C.06.c.06 Pruebas

Las muestras se trabajarán en frío y no podrán someterse a ninguna operación de martilleo, de deformación, de temple o de recocido.

1. Verificaciones de las dimensiones y del aspecto

   Se realizará de acuerdo con los procedimientos juzgados convenientes por el representante y por medio de los escantillones previstos para el caso.

2. Prueba de tensión

   La prueba se efectuará de acuerdo a lo indicado en 4.1.2 (Aparatos de pruebas y operaciones) de la norma NOM B-172.

   Las muestras de tensión serán cortadas en frío; su eje dongitudinal, paralelo al sentido del laminado, deberá estar situado en el tercio exterior del ala más ancha.

   Las dimensiones de la probeta serán las indicadas en la fig 001-33.

3. Prueba de doblado en frío

   La prueba será efectuada siguiendo las recomendaciones de la norma NOM B-172. El ancho de las muestras de doblado será de 30 mm. Su espesor será reducido a 20 mm, por cepillado o fresado de una sola cara para dejar intacta una de las capas del laminado; con la cara maquinada hacia el interior del doblez, la muestra se doblará a 180° sobre un mandril de 10 mm de diámetro.

4. Análisis químico

   El proveedor proporcionará al Representante, los resultados de la composición química de todas las coladas que formen parte de la producción, en forma de certificados.

   Si el Representante considera necesario efectuar algunos análisis de control, las muestras necesarias serán extraídas de los lingotes designados por éste y ante su presencia y serán enviadas a un laboratorio aceptado por ambas partes, después de haber sido marcadas convenientemente para su identificación.

   Además de los análisis por colada, se efectuarán también los análisis químicos del metal después de la toma de muestras del producto terminado.

   Todos los análisis se realizarán de acuerdo a lo indicado en la norma NOM B-1.

5. Medición de la resistividad

   La prueba se realizará de acuerdo a lo indicado en la norma NOM J-41.

   La resistividad será medida por el Representante sobre piezas del almacén con el método del doble puente de Kelvin; los resultados serán expresados en microohms-cm²/cm y se restablecerán para la temperatura de 273 K (0°C) (Coeficiente de temperatura 0.00411 por °C). Estas pruebas serán a título indicativo informado al fabricante para sus ajustes en la fabricación del acero (ver figs 001-34 y 001-35).

001.C.06.c.07 Criterio de aceptación

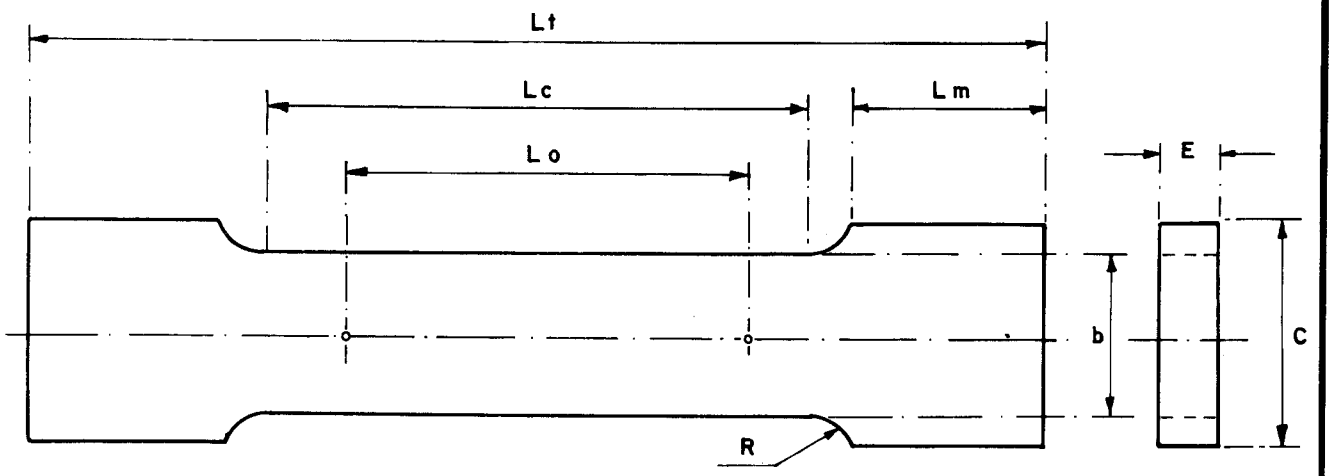
Para que el lote sea aceptado, deberá cumplir todos los requisitos establecidos. Sin embargo, si durante alguna prueba correspondiente a un lote presentado en recepción, una muestra no satisface las condiciones requeridas, se procederá a dos pruebas complementarias del mismo tipo sobre los dos recortes apartados con este fin. Si las dos pruebas complementarias resultan satisfactorias, el lote será aceptado; de lo contrario, será rechazado.

Las barras rechazadas serán marcadas cerca del número de colada con signos convencionales.

001.C.06.c.08 Garantía

1. El proveedor garantizará las barras durante cinco años contra cualquier defecto imputable a la fabricación y no descubierto durante la recepción en la fábrica.

   Este plazo vencerá el 31 de diciembre del quinto año, a partir del año de fabricación que aparezca sobre las barras.



PROBETA DE SECCION RECTANGULAR DE 200 mm

PROBETA PLANA		PROBETA DE 200
Lt	Longitud total	457 mín.
Lc	Longitud paralela	228
Lo	Longitud inicial entre marcas	200 $\pm$ 0.25
b	Ancho de la probeta	38.1 $\pm \frac{3}{6}$
R	Radio	25 mín., 100 máx.
Lm	Longitud para agarre de mordazas	75 mín., 89.5 máx.
C	Ancho para agarre de mordazas	50
E	Espesor de la barra guía	$25.4 \pm {}^{1.6}_{0}$

ACOTACIONES EN mm

Fig 001-33 Dimensiones de la probeta para las pruebas de tensión

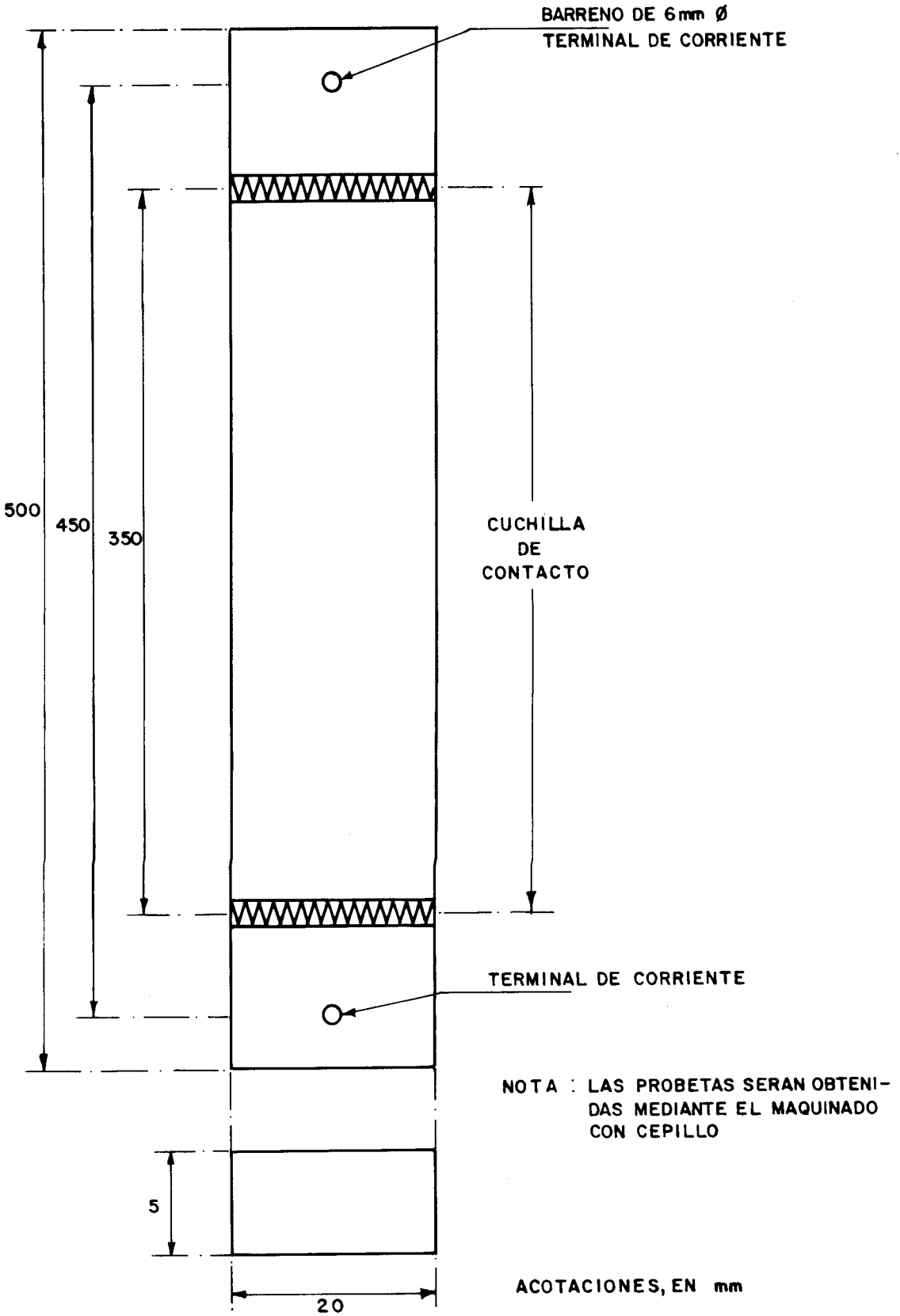
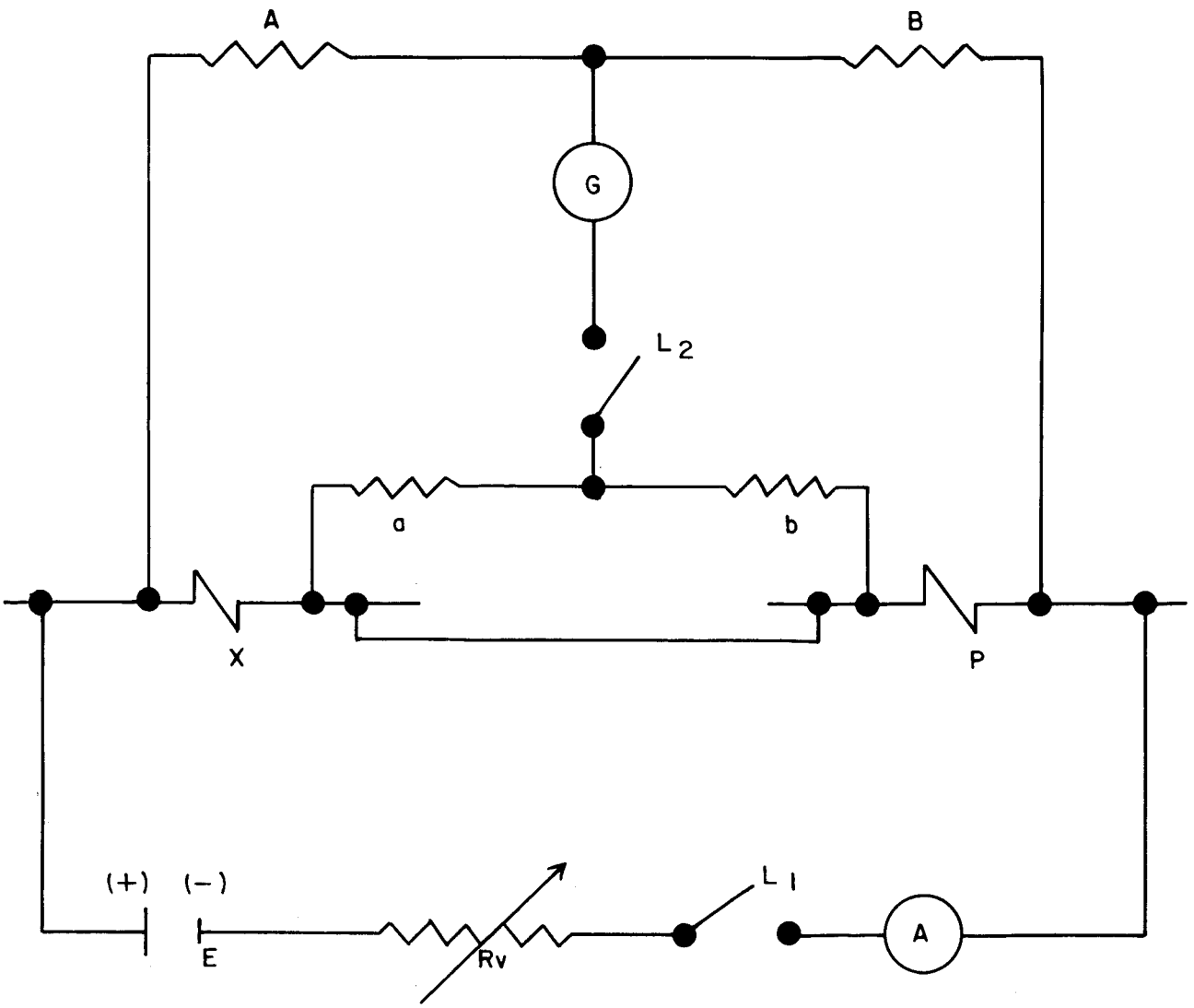


Fig 001-34 Probeta para la prueba de resistividad eléctrica obtenida de la barra guía



A, B, a, b	RESISTORES DE RELACION CONOCIDA
E	FUENTE DE ALIMENTACION DE CORRIENTE CONTINUA Y BAJA TENSION
(G)	GALVANOMETRO
L_1 y L_2	INTERRUPTORES
(A)	AMPERIMETRO
Rv	RESISTOR VARIABLE O REOSTATO
P	RESISTOR PATRON
X	ELEMENTO DEL CUAL SE DESEA CONOCER SU RESISTENCIA

Fig 001-35 Doble puente de Kelvin

Toda barra que durante este plazo llegara a quebrarse, deteriorarse o desgastarse durante el transporte, maniobra, colocación de la vía o después de la misma y que no sea por un desgaste normal, o bien, si se constatara la existencia de defectos durante la recepción en la planta, dará lugar al pago por el proveedor de una indemnización igual al valor de la barra, calculado aplicando el precio del último pedido dado por la administración de al menos 1000 toneladas.

Las barras que por su utilización especial hayan sufrido fuera de la planta de fabricación reparaciones en caliente o en frío en las zonas donde se haya producido una ruptura o una avería, darán lugar al pago de dicha indemnización sólo si se comprueban defectos de fabricación.

Las barras averiadas o rotas quedarán en propiedad del Representante. Sin embargo, éste se comprometerá a poner a disposición del proveedor, a petición de este último, tramos de barra defectuosa tomados de los lugares escogidos por él, para permitirle investigar las causas de las averías. Todos los gastos de transporte estarán a cargo del proveedor.

Se le informará al proveedor, a más tardar antes del 31 de marzo de cada año, sobre las barras retiradas que tengan garantía y hayan sido reemplazadas en el transcurso del año precedente. El proveedor tendrá 60 días de calendario a partir de la notificación del aviso, para hacer saber sus observaciones; pasado este término, se considerará que él ha aceptado pagar sin reservas las obligaciones de garantía.

001.C.06.c.09 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.C.07 JUNTAS DE DILATACION

001.C.07.a DESCRIPCION

Las juntas de dilatación son dispositivos que permiten absorber las variaciones de longitud en los perfiles que equipan las vías superficiales o elevadas del Metro, ocasionadas por cambios de temperatura y aseguran la continuidad de las características mecánicas de dichos perfiles con la menor perturbación para el material rodante.

Las juntas de dilatación conforme al perfil de vía del que están formadas se dividen en:

— Junta de dilatación de ángulo barra guía. La abertura máxima permitida en este perfil, con un corte diagonal a 20°, es de 100 ± 1 mm. Las partes integrantes de la junta son: un émbolo (con tope incluido), una camisa y dos barras de unión. Las dos barras de unión y la camisa son obtenidas de la misma barra guía. El émbolo es una pieza mecanosoldada del mismo material.

— Junta de dilatación de pista metálica. La abertura máxima permitida en estos perfiles, con un corte a 90° en "V", es de 60 ± 1 mm. Las partes principales integrantes de la junta son: dos émbolos (interior y exterior), dos camisas (interior y exterior), dos topes, dos barras de unión, y tornillería. Las dos barras de unión serán obtenidas del mismo perfil de la pista.

— Junta de dilatación de riel 80 ASCE. El corte y la abertura máxima son iguales a los de la pista metálica. Las partes integrantes de la junta son: un émbolo, una camisa, una planchuela, un tope, dos barras de unión y tornillería. Igualmente, las dos barras de unión se obtendrán del mismo riel 80 ASCE.

Para una sección de dos vías en cada perfil, existen dos tipos de juntas, una llamada "derecha", destinada a equipar las filas exteriores y otra llamada "izquierda" para equipar las filas interiores.

001.C.07.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pista metálica francesa	4.02.01.001.C.01
Pista metálica con acero A-36	4.02.01.001.C.02
Riel nuevo	4.02.01.001.C.03
Riel usado	4.02.01.001.C.04
Barra guía francesa	4.02.01.001.C.05
Barra guía con acero A-36	4.02.01.001.C.06
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Composición química de aceros aleados	NOM B-325

001.C.07.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.C.07.c.01 Condiciones de fabricación

1. Materiales para juntas de dilatación de ángulo-barra guía. Todos los elementos integrantes de la junta se obtienen de perfiles de ángulo barra guía, cuyas propiedades se mencionan en 4.02.01.001.C.05 o 4.02.01.001.C.06.

   Para construir el émbolo se usarán los siguientes tipos de soldadura:

   Unión para formar la U del émbolo. Se usará una soldadura de electrodo (CA-CC) para hierro dulce o acero de bajo carbono, de 46.7 daN/mm² (4760 kg/cm²) de resistencia a la tensión.

Unión del tope con el émbolo. Se usará una soldadura de electrodo (CA-CC), al cromo-níquel, de 82.9 daN/mm² (8450 kg/cm²) de resistencia a la tensión.

Materiales para juntas de dilatación de pista metálica y riel 80 ASCE. Planchuelas, émbolos, camisas y topes, serán de acero laminado del tipo DGN 4140 definido por la norma NOM B-325 que tiene las siguientes características:

Físicas

Límite elástico: 51.5 daN/mm² (5250 kg/cm²).

Límite de ruptura: 82.4 daN/mm² (8400 kg/cm²).

Alargamiento: 22% en 2 pulg.

Reducción de área: 50%.

Dureza Rockwell "C": 23° ± 5°.

Químicas

Carbono: 0.38 – 0.43%

Manganeso: 0.75 – 1.00%

Fósforo: 0.04% máximo

Azufre: 0.04% máximo

Silicio: 0.20 – 0.35%

Cromo: 0.80 – 1.1%

Molibdeno: 0.15 – 0.25%

Barras de unión. Se obtienen de los perfiles de pista metálica y riel 80 ASCE, cuyas propiedades y características se mencionan en 4.02.01.001.C.01 o 4.02.01.001.C.02.

Tornillería. Los tornillos y tuercas utilizadas deberán cumplir con las características y condiciones de recepción definidas en 4.02.01.001.D.10, excepto el tornillo ∅ 3/4" – 10 UNC, que deberá ser del tipo comercial, de acero de medio carbono, templado y revenido, con una resistencia a la tracción mínima de 72.54 daN/mm² (7395 kg/cm²), de especificación SAE grado 5.

Escantillones

Las diferentes piezas que integran las juntas de dilatación son definidas por los planos de proyecto aprobados por el Representante. Para la planchuela y los émbolos de las juntas de dilatación de pista metálica y riel 80 ASCE, se requieren dos series de calibres mínimos y máximos, que registren las siguientes dimensiones:

— Distancia entre barrenos.

— Sección de émbolos.

— Sección de planchuela.

Los escantillones antes mencionados serán proporcionados por el proveedor sin cargo alguno para el Representante. Si son reconocidos exactos, estos calibres serán estampados y una serie será regresada al proveedor, para ser utilizada en el control de los calibres necesarios para la fabricación. La segunda serie quedará para uso de los recepcionistas. Solamente los calibres estampados por el Representante serán válidos para usarse en las recepciones de las juntas.

4. Fabricación y ensamble

Todos los elementos se elaborarán por los medios normales de construcción (oxicorte, máquinas, herramientas diversa); sin embargo, deberán observarse las siguientes recomendaciones:

Fabricación de los diferentes elementos de las juntas de dilatación de ángulo-barra guía

— Embolo. En la unión para formar la U, la preparación de la solera deberá ser de preferencia maquinada, pudiéndose aceptar la preparación con oxicorte; ésta se realiza en tal forma que no aparezcan poros en el posterior maquinado. El señalado en los planos deberá ajustarse estrictamente a la rugosidad indicada. Deberá tenerse cuidado al hacer las venas de lubricación, considerando el tipo de junta a realizar (derecha o izquierda).

— Tope del émbolo. Por facilidad de construcción deberá verificarse que antes de unir esta pieza al émbolo, tenga ya probados los barrenos destinados a la lubricación.

— Unión del émbolo con el tope. Deberá efectuarse de tal manera que no se tengan futuras fugas de grasa en este sitio; el tacón del tope y las alas del émbolo deberán encontrarse en un mismo plano.

— Camisa. La fabricación de esta pieza deberá efectuarse totalmente a máquina; no son permisibles acabados de oxicorte. Las superficies internas deberán ser terminadas a máquina o rectificadas a piedra, de tal forma que se obtengan superficies planas y de poca rugosidad. El vértice del ángulo de 20°, podrá eliminarse por un corte recto de 3 mm para evitar el filo.

— Barras de unión. Las barras de unión deberán provenir de un mismo tramo de la barra guía, para garantizar que las caras del ala mayor de las barras queden en un mismo plano. En caso de ser necesario, el tramo completo deberá ser previamente enderezado en frío y gradualmente por medio de prensa; no deberá emplearse el enderezado por golpes. El corte a 20° deberá efectuarse con segueta mecánica o por medio de oxicorte, debiendo en este último caso, maquinarse posteriormente para eliminar toda huella y rugosidad del corte anterior.

Los vértices angulares de 20° podrán eliminarse por un corte recto de 3 mm para evitar el filo. Los filos a 20° en las caras del ala mayor deberán eliminarse por radios o biseles de 2 milímetros.

En las zonas en donde se instalará el émbolo y la camisa, las superficies internas de las barras de unión deberán ser uniformadas a máquina o rectificadas a piedra.

— Topes para la abertura y orejas de maniobra. Estos elementos deberán instalarse a las distancias indicadas en los planos de proyecto y el proveedor podrá sustituirlas por elementos similares que cumplan la misma función. Es decir, los topes para la abertura pueden ser de un tramo de ángulo-barra guía, placa, etc., pero debidamente soldados, de tal manera que soporten los esfuerzos provocados por la acción de la apertura o cierre de la junta. Las orejas de maniobra de izado son eliminadas una vez que la junta de dilatación es instalada en la obra; por lo tanto, su colocación en las barras de unión deberá ser con la soldadura mínima necesaria que permita soportar el peso de la junta.

Ensamble

— Las soldaduras para efectuar la colocación del émbolo y la camisa en las barras de unión, deberán ser del tipo indicado en 001.C.07.c.01(1) de esta especificación.

— Las partes integrantes de la junta de dilatación, son presentadas en la posición cerrada. La distancia entre el tope del émbolo y la camisa deberá ser de 100 ± 1 mm. Se marca la posición del émbolo en la barra de unión que le corresponde y se efectúa su soldadura, de acuerdo a 001.C.07.c.01(4).

La soldadura de la camisa se realiza ya que se efectuó la del émbolo y de acuerdo a 001.C.07.c.01(4), debiendo tomar en cuenta que se requiere medir periódicamente y durante el proceso, la fuerza necesaria para la apertura y cierre de la junta, que no deberá exceder de 3000 kilogramos.

El herramental e instrumentos requeridos para esta medición deberán ser aprobados por el Representante, debiendo ser a cargo del proveedor y sin costo alguno para el Representante.

Soldaduras de ensamble

Dada la importancia y ajuste requeridos en las juntas, se requiere que las soldaduras se efectúen con el mayor cuidado posible y en general que cumplan las siguientes indicaciones:

— Las piezas a unirse deberán ser sujetadas con prensas, con el fin de mantener su ajuste y alineación.

— Se deberán efectuar en puntos uniformemente repartidos y no mayores que 20 mm, debiendo cuidar el alineamiento de las partes. A los puntos obtenidos se les deberá eliminar la escoria.

— Considerando que las piezas estén frías y teniendo en cuenta sus dimensiones, se deberá ajustar la corriente de la máquina aproximadamente de la siguiente manera:

Diámetro del electrodo	Corriente recomendada, en amperes
ø 2.4 mm (3/32")	50 — 90
ø 3.2 mm (1/8 ")	75 — 125
ø 4.0 mm (5/32")	90 — 150
ø 4.8 mm (3/16")	150 — 240

— Los cordones de raíz deberán hacerse de una forma alternada, con el fin de evitar que las piezas a unir pierdan su ajuste y alineación por los esfuerzos normales de contracción.

— Después de cada depósito, deberá removerse la escoria con una piqueta y limpiar perfectamente bien los residuos, para evitar que queden inclusiones que podrían provocar fallas o zonas débiles.

— Una vez efectuado el cordón de raíz, se realizará el relleno reajustando la corriente de la máquina, considerando que las piezas han aumentado de temperatura. Con el fin de evitar sobrecalentamientos y las consecuentes distorsiones de las piezas, se deberán utilizar gises calibrados o algún otro indicador de temperatura para asegurar que no se sobrepase los 373 K (100°C). Los cordones de relleno deberán ser alternados como se indica en la fig 001-36; antes de aplicar un cordón, el anterior deberá tener una temperatura que permita tocarlo con la mano.

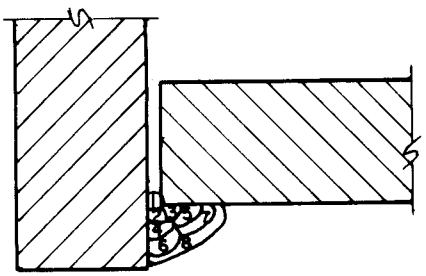


Fig 001-36 Cordones de relleno de soldadura

Nota: Deberá evitarse el uso de electrodos húmedos; de preferencia, los electrodos se estufarán antes de su utilización.

5. Fabricación de los diferentes elementos de las juntas de dilatación de pista metálica y riel 80 ASCE

— Las partes integrantes de las juntas de dilatación de pista y riel, se obtienen por maquinado de un perfil laminado y serán terminadas conforme a los planos de proyecto aprobados por el Representante. Se podrán enderezar en frío, gradualmente y sin golpes; si es necesario se podrán enderezar en caliente.

— Las superficies de las partes que estarán en contacto, deberán tener la rugosidad mínima posible. Las partes deberán estar limpias y exentas de rebabas, arrancamientos, grietas o desgarres.

— Los barrenos destinados a recibir los tornillos de cabeza de diamante, se harán en frío, con taladro y serán achaflanados en 1 mm en sus extremos. Las rebabas resultantes del taladro y del maquinado deberán eliminarse cuidadosamente. Especialmente deberán cuidarse los siguientes aspectos:

— Planchuela, émbolos y camisas. El maquinado señalado se deberá cumplir estrictamente para lograr la rugosidad indicada. Deberá tenerse cuidado al hacer las venas de lubricación, considerando el tipo de junta a realizar (derecha o izquierda).

— Barras de unión. Estas deberán provenir de un mismo tramo del perfil, para garantizar que las superficies adyacentes queden en un mismo plano. En caso de ser necesario, el tramo completo deberá ser previamente enderezado en frío y gradualmente por medio de prensa; deberá evitarse el enderezado a golpes. Los cortes a 90° en V deberán efectuarse con segueta mecánica o por medio de oxicorte, debiendo en este último caso, maquinarse posteriormente para eliminar toda huella y rugosidad del corte anterior. Los filos que se obtengan en las caras de rodamiento deberán ser eliminados con biseles o radios de un milímetro.

En las superficies de contacto con émbolos y camisas, las superficies internas de las barras de unión deberán ser terminadas a máquina o rectificadas a piedra.

6. Ensamble. Deberán seguirse los mismos lineamientos de 001.C.07.c.01(4), debiendo tomar en cuenta que en estas juntas, en la posición cerrada, deberá existir una distancia de 60 ± 1 mm entre el tope del émbolo y la camisa.

001.C.07.c.02 Identificación

1. Las juntas de dilatación deberán marcarse en caracteres mayores de 12 mm de altura con letras de golpe, en la parte interna y cerca del émbolo, con los siguientes datos:

— Nombre abreviado del fabricante.

— Fecha de fabricación.

— Número progresivo de fabricación.

— Fuerza requerida en kilogramos para el cierre o apertura de la junta.

001.C.07.c.03 Tolerancias dimensionales

En principio, las tolerancias de fabricación se encuentran indicadas en los planos de proyecto. Salvo indicación particular en los planos, las tolerancias son las siguientes:

1. Tolerancia en dimensiones y enderezado:

— En el largo de las barras de unión: ± 50 mm.

— En el largo del tramo que aloja la junta (cerrada): ± 100 mm.

2. En dimensiones de elementos integrantes de las juntas:

— Distancias $d \geq 300$ mm: ± 2 mm.

— Distancias $300 > d \geq 200$ mm: ± 1 mm.

— Distancias $200 > d \geq 50$ mm: ± 0.5 mm.

— Distancias $d < 50$ mm: ± 0.1 mm.

— Escuadrado de los extremos: ± 2 mm.

— En las pendientes: ± 0.3 mm.

— Diámetro de barrenos de lubricación: ± 0.5 mm.

— Distancias entre barrenos de lubricación: ± 1 mm.

— Enderezado: 0.1 mm por 100 mm de largo; esta tolerancia sólo será válida cuando la parte central de los elementos se levanta con respecto a sus extremos, tomando en cuenta su ubicación en la junta, 0.16 mm por 100 mm de dimensión transversal.

3. Tolerancias en el centrado y la posición de los barrenos para los tornillos de sujeción.

La posición de los barrenos deberá permitir el montaje de la planchuela y los émbolos sobre un calibrado con pernos cilíndricos compuestos de un tramo de riel, cuyas dimensiones correspondan lo más exactamente a las cotas de los planos, y en cuya alma se fijan los pernos cilíndricos correspondientes a los barrenos para los tornillos de sujeción. Estos pernos serán colocados exactamente en la línea de los centros prevista para los barrenos del riel; el diámetro de los pernos será 1 mm inferior al diámetro nominal de los barrenos. La planchuela y émbolos deberán poder adaptarse en el riel, entrando todos los pernos al mismo tiempo en todos los barrenos. Todas las plantillas, así como todos los escantillones serán a cargo del proveedor.

001.C.07.c.04 Supervisión

El o los Representantes tendrán acceso a las fábricas del proveedor en cualquier momento, durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Ahí podrán llevar a cabo todas las verificaciones que juzguen necesarias para cerciorarse de que las condiciones de fabricación previstas son exactamente cumplidas y así también, asistir a todas las pruebas requeridas. Las pruebas se efectuarán en principio, en las instalaciones del proveedor y a su cargo.

001.C.07.c.05 Formación de los lotes

Cada junta de dilatación es motivo de una recepción unitaria; sin embargo, los materiales destinados a la fabricación de sus elementos, serán presentados agrupados en lotes de piezas provenientes de un mismo origen.

Cualquiera que sea el número, las piezas que se presenten en una misma recepción, constituyen un lote.

001.C.07.c.06 Naturaleza y proporción de las pruebas

1. Para los diferentes lotes anteriormente definidos, se efectuarán los siguientes ensayes de los aceros componentes:

   — Un análisis químico por lote.

   — Dos ensayes de tensión por lote.

   — Tres ensayes de dureza por lote.

2. La frecuencia de la verificación dimensional de los elementos que forman parte de las diferentes juntas de dilatación, queda a criterio del Representante.

3. A las soldaduras empleadas se les hará un ensaye de tensión únicamente al inicio de la producción.

4. Si la prueba es satisfactoria, se considera aceptable la denominación y marca propuesta, no requiriéndose pruebas adicionales, excepto cuando así lo requiera el Representante.

001.C.07.c.07 Resultados por obtener

Para las pruebas anteriormente citadas, cualquier resultado no conforme a las condiciones requeridas ocasionará el rechazo del lote correspondiente. Sin embargo, si el proveedor lo solicita, podrán efectuarse dos pruebas adicionales de la misma naturaleza. Si una de estas pruebas es insatisfactoria, el lote correspondiente será rechazado definitivamente, a menos que se realicen pruebas, y éstas sean satisfactorias, en cada elemento.

001.C.07.c.08 Muestras para pruebas

1. El Representante extraerá al azar de cada lote, las piezas que se destinarán a las pruebas, marcándolas de una manera indeleble.

2. La extracción de muestras y elaboración de probetas, deberá efectuarse en frío y por maquinado, evitando calentamientos del metal.

001.C.07.c.09 Pruebas

1. Análisis químico

   Las características químicas en el producto terminado deberán ser las mismas que se indican en 001.C.07.c.01(2) y que son:

   — Planchuelas, émbolos, camisas y topes:

   Carbono 0.38 — 0.43%.

   Manganeso 0.75 — 1.00%.

   Fósforo 0.04% máximo.

   Azufre 0.04% máximo.

   Silicio 0.20 — 0.35%.

   Cromo 0.80 — 1.10%.

   Molibdeno 0.15 — 0.25%.

   En caso de que el proveedor presente los respectivos certificados de calidad de los materiales anteriores, queda a criterio del Representante efectuar o no ensayes para confirmar los componentes anteriores.

2. Ensaye de tensión

   Los materiales y soldaduras deberán cumplir con las características mencionadas en 001.C.07.c.01(1) y 001.C.07.c.01(2).

   Para la comprobación de la resistencia a la tensión de las soldaduras, el proveedor propondrá el procedimiento a seguir para pasarlo a aprobación del Representante.

   Para los elementos de las juntas de dilatación, la longitud de las probetas serán de acuerdo a las recomendaciones del ISO.

   La longitud entre marcas, L, para la medición del alargamiento de ruptura, se define por la relación:

   $$L = 5.65 \sqrt{S}$$

   donde S es la sección de la parte calibrada. S está dado en mm^2 y L en milímetros.

3. Ensaye de dureza

   La medición de la dureza deberá efectuarse en superficies planas y lisas, exentas de óxido y de materias extrañas. Podrá elegirse cualquier método de laboratorio para esta medición (Brinell, Rockwell o Vickers); sin embargo, las durezas de un mismo lote no deberán presentar diferencias superiores a 30 unidades Brinell.

4. Verificación dimensional y del aspecto

   La verificación dimensional de los elementos de las juntas de dilatación, serán efectuadas unitariamente, así como el ensamble o conjunto de ellas.

   Cualquier pieza que presente inclusive una sola cota fuera de las tolerancias o indicaciones de la presente especificación, será rechazada.

   Las juntas de dilatación en cualquiera de sus posiciones (cerrada o abierta), deberán presentar un plano continuo en las superficies principales de rodamiento. No deberán existir topes o flechas que se acusen con una regleta uniforme de 1.0 m de longitud. En caso contrario, serán motivo de rechazo. Sin embargo, el Contratista podrá ajustar la continuidad de las superficies mediante un acabado a esmeril, siempre y cuando éste sea de un aspecto aceptable y de una mínima rugosidad, no debiendo perderse la continuidad de las superficies de rodamiento.

   El ajuste de los émbolos deberá ser de cero, tanto en los perfiles como en las camisas.

   Las soldaduras de ensamble deberán tener una apariencia continua. No se permiten poros, faltas de soldadura, cordones irregulares, soldaduras sobrecalentadas, etcétera.

5. Prueba de deslizamiento de apertura y cierre

Conforme a lo indicado en 001.C.07.c.01(4), se requiere que la fuerza necesaria para el cierre o la apertura de las juntas de dilatación no exceda de 3000 kilogramos.

Esta prueba se realizará unitariamente. La aplicación de la fuerza deberá ser gradual y sin golpes. No se deberán lastimar las barras de unión, ni cualquier otro elemento integrante de las juntas.

Las juntas de dilatación deberán ser previamente engrasadas, para entonces ser ensayadas.

6. Pruebas de flexión

Para certificar que las juntas de dilatación fabricadas tienen el comportamiento mecánico para el que fueron proyectadas, se realizarán pruebas de flexión aplicando los siguientes momentos flexionantes en cada uno de los tipos de juntas:

— En juntas de pista: 1.680 t-m.

— En juntas de riel: 0.770 t-m.

— En juntas de barra guía, aplicando la fuerza perpendicularmente al ala de mayor dimensión: 0.582 t-m.

Las pruebas se efectuarán en una de cada 10 juntas de cada tipo que se fabriquen al inicio de la producción; dependiendo de los resultados que se obtengan, la frecuencia podrá ampliarse a ensayar una de cada 25 juntas fabricadas.

001.C.07.c.10 Embalaje

1. Las juntas de dilatación se deberán entregar limpias, libres de rebabas y engrasadas y en la posición abierta para el caso de las juntas de barra guía.

2. Específicamente, las juntas de riel y pista se deberán embarcar protegidas por medio de dispositivos adecuados para evitar flexiones laterales y verticales. El costo de estos dispositivos será por cuenta del proveedor. El Representante reintegrará al proveedor dichos dispositivos al instalar las juntas.

3. Los dispositivos a usar deberán ser previamente autorizados por el Representante.

001.C.07.c.11 Garantía

1. El proveedor garantizará las juntas de dilatación por un tiempo de dos años a partir de la puesta en servicio. Sin embargo, no podrá prorrogarse más allá de tres años a partir del mes de fabricación.

2. Las juntas de dilatación que durante este periodo lleguen a deteriorarse por factores que no sean imputables al desgaste normal o que presenten defectos durante la recepción en planta, acreditarán al Representante una indemnización igual al valor de la junta.

3. Las juntas fuera de servicio le serán devueltas al proveedor con los gastos de transporte a su cargo.

001.C.07.c.12 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente, correrán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. D

MATERIAL PARA FIJACION DE VIA

001.D.01 AISLADORES

001.D.01.a DESCRIPCION

Un aislador está constituido por un bloque aislante homogéneo, capaz de proporcionar un aislamiento eléctrico perfecto y permanente, a pesar de los esfuerzos mecánicos a los cuales será sometido en servicio y las condiciones físicas reinantes o las que podrán presentarse ocasionalmente (aislador mojado por aguas de infiltración cargadas de sales, cebadura de cortocircuitos en la inmediata cercanía). Los aisladores no incluirán ningún material o entramado metálico incorporado.

Los aisladores se emplean para dar apoyo y hacer la fijación de las barras guía y de toma de corriente del Metro de la Ciudad de México.

Existen dos tipos principales de aisladores que se diferencian por la forma de los orificios para la fijación de las barras guía: los de orificios ovalados que se utilizan en las vías expuestas a la intemperie y que permiten las expansiones y contracciones de las barras debidas a los cambios de temperatura y además los de orificios redondos que se colocan en las vías instaladas en túnel o cajón.

001.D.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.01.c.01 Físicos

1. Porosidad. El incremento de peso no deberá exceder de 0.2 por ciento.

001.D.01.c.02 Mecánicos

1. Esfuerzo transversal

   Primera fase. El aislador no deberá sufrir alteración alguna ni presentar indicios de fisuras. La flecha deberá ser inferior a 3 milímetros.

   Segunda fase. Ningún aislador deberá presentar ruptura y ninguna fisura abierta será aceptada. Unicamente serán toleradas alteraciones superficiales y microfisuras, siempre y cuando estos defectos conserven su carácter superficial y que la longitud total fisurada o alterada no sea superior a 50 milímetros.

   Tercera fase. El aislador será sometido a carga hasta la ruptura.

2. Esfuerzo vertical

   Primera fase. Se deberá cumplir lo enunciado en 001.D.01.c.02(1).

   Segunda fase. Se deberá cumplir lo enunciado en 001.D.01.c.02(1).

   Tercera fase. Se llevará a cabo si el Representante lo requiere y deberá cumplir lo enunciado en 001.D.01.c.02(1).

3. Esfuerzos repetidos

   No deberá observarse ningún deterioro en el aislador. En caso de alteración superficial o de microfisuras de 30 mm de largo máximo, deberá efectuarse en el aislador correspondiente una prueba definida en 001.D.01.c.02(1).

001.D.01.c.03 Eléctricos

1. Resistencia al aislamiento en seco. Ningún aislador deberá tener una resistencia inferior a 100 megaohms medida con un megóhmetro a 1000 volts (Megger).

2. Variabilidad de la resistencia a 5000 volts. La resistencia interna no deberá variar.

3. Contorneo en seco. El contorneo no deberá producirse para una tensión inferior a 10 000 volts.

4. Contorneo bajo lluvia. El contorneo no deberá producirse para una tensión inferior a 5000 volts.

5. Recuperación de aislamiento después de mojado. Para todas las piezas, el porcentaje de recuperación de aislamiento al cabo de 30 minutos, deberá ser como mínimo del 50 por ciento con respecto al aislamiento obtenido en seco (001.D.01.c.03(1)) en el mismo aislador y con la curva de recuperación que presente un incremento regular. Al cabo de 30 minutos, la resistencia de aislamiento no deberá ser inferior a 100 megaohms.

6. Resistencia después de inmersión en agua durante 24 horas. La resistencia obtenida no deberá ser inferior a 100 megaohms. Si esta condición no se cumple, el lote completo será rechazado.

7. Perforación. La tensión deberá ser mayor que 10 000 volts.

8. Arco eléctrico a 750 volts. No deberá producirse reiniciación del arco al término de cada uno de los ciclos.

9. Tensión bajo infiltración de agua salada. No se deberán presentar inicios de arcos ni alteraciones en la superficie.

001.D.01.c.04 Térmicos

1. Verificación de no propagación de flama. La longitud de la zona quemada no será mayor que 60 milímetros.

2. Resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Después del quinto ciclo no se deberán observar fisuras ni fracturas.

3. Prueba de envejecimiento acelerado. No se deberán observar fisuras ni fracturas.

001.D.01.c.05 Acabado

Los aisladores deberán ser compactos y exentos de burbujas de aire o de porosidades. Deberán presentar una superficie exterior uniforme sin cavidades, ranuras, grietas u otros defectos que pudieran disminuir su solidez.

001.D.01.c.06 Identificación

Los aisladores llevarán, en el material aislante, las marcas siguientes:

1. Marca del fabricante.

2. El número del mes en cifras romanas y los últimos dos números del año de fabricación.

3. Además, los aisladores serán numerados a medida que sean fabricados, empezando en el número 1 y continuando hasta que se complete el pedido sin ninguna discontinuidad en la numeración.

001:D.01.c.07 Dimensiones y tolerancias

Se indican en los planos de proyecto autorizados.

001.D.01.c.08 Almacenamiento

Los aisladores serán agrupados en lotes de 500 piezas o fracción.

001.D.01.c.09 Muestreo

El muestreo de las piezas terminadas para la realización de ensayes se efectuará a los lotes como se indica en la tabla 001-15.

Tabla 001-15. Muestreo de piezas terminadas

Pruebas	No. de muestras
1. Acabado y dimensiones	
— Aspecto exterior	Todos los aisladores
— Verificaciones geométricas	Sobre un cierto número: la cantidad se dejará a elección del Representante
2. Pruebas mecánicas	
— Primera fase: prueba de esfuerzo mecánico transversal, longitudinal o vertical a 3000 daN durante 30 segundos	2 por lote (prueba transversal y longitudinal) 1 por lote (prueba vertical)
— Segunda fase: prueba de esfuerzo mecánico transversal, longitudinal o vertical progresivo hasta alcanzar 6000 daN	2 por lote (prueba transversal y longitudinal) 1 por lote (prueba vertical)
— Tercera fase: prueba de ruptura por esfuerzo mecánico transversal o longitudinal	2 por lote
— Prueba de esfuerzos repetidos	2 por cada 1000 piezas o 1 por lote
— Prueba de porosidad	1 por lote
3. Pruebas eléctricas	
— Medición de la resistencia de aislamiento en seco	2 por lote
— Verificación de la no variabilidad de la resistencia bajo 5000 volts durante 60 segundos	A elección del Representante
— Prueba de contorneo en seco	2 por lote
— Prueba de contorneo bajo lluvia	2 por lote
— Medición de la recuperación de aislamiento después del mojado	2 por lote
— Medición de la resistencia después de inmersión en el agua durante 24 horas	1 por lote

Pruebas	No. de muestras
— Prueba de perforación	A elección del Representante
— Prueba del arco eléctrico	2 por lote
— Prueba bajo infiltración de agua salada	2 por cada 1000
4. Pruebas térmicas	
— Verificación de la no propagación de la flama	2 por cada 1000
— Verificación de la resistencia a las variaciones bruscas de temperatura	2 por cada 1000
— Prueba de envejecimiento acelerado	2 por cada 1000

001.D.01.c.10 Pruebas

1. Prueba de porosidad. Los aisladores se pesarán con precisión tanto en seco como después de seis horas de inmersión en agua dulce a la temperatura ambiente y bajo una carga de un metro.

2. Prueba de esfuerzos transversal, longitudinal y vertical. Para efectuar las pruebas de repetición de esfuerzos transversal, longitudinal y vertical, el aislador por probar se sujetará sólidamente sobre su base por medio de una fijación análoga a la que se utiliza en la vía para el montaje del aislador.

   — Para la prueba de esfuerzo mecánico transversal y la prueba de esfuerzos repetidos, la fuerza de prueba se aplicará paralelamente a la superficie de la base a 0.287 m de ésta en dirección hacia el exterior de la vía. La fuerza se apoyará en el centro de una placa de repartición de 25 mm de espesor, normalmente fijada, utilizando las tres perforaciones de la cabeza del aislador. Para el aislador con base gruesa, la fuerza se aplicará a 0.347 m de la base.

   — En la prueba de esfuerzo mecánico longitudinal, la fuerza de prueba se aplicará siguiendo la prolongación de la barra guía en el extremo de una placa de repartición igual a la anterior a 0.287 m de la superficie de base y a 0.347 m para el aislador de base gruesa. Durante las pruebas de esfuerzo mecánicos transversal y longitudinal, las flechas se medirán a 0.287 m de la superficie de base. En el aislador con base gruesa, se medirán a 0.347 m de la superficie de base.

   — En la prueba de esfuerzo vertical, la fuerza vertical se aplicará sobre el aislador por medio de una placa de repartición fijada en las tres perforaciones de la cabeza.

   Las dos pruebas de esfuerzo mecánico transversal y longitudinal, se efectuarán cada una en tres fases sucesivas. Para la prueba de esfuerzo mecánico vertical, se realizarán las primeras dos fases únicamente.

   Primera fase. No deberá presentar fisuras en la prueba de esfuerzo mecánico a 3000 daN durante 30 segundos. El aislador será sometido a una fuerza progresiva hasta alcanzar el valor de 3000 daN (3058 kg). Este aumento de esfuerzo se obtendrá con una velocidad promedio de 50 daN (50.1 kg) por segundo. En cuanto se alcance el esfuerzo de 3000 daN, deberá mantenerse sin modificación durante 30 segundos. Para las pruebas de esfuerzos mecánicos transversal y longitudinal, la flecha debe ser inferior a 3 milímetros.

   Segunda fase. Prueba de esfuerzo mecánico progresivo hasta alcanzar 6000 daN (6116 kg). La prueba anterior se continuará en los aisladores probados aumentando progresivamente el esfuerzo hasta alcanzar 6000 daN con una velocidad promedio de 50 daN por segundo. Ningún aislador probado deberá romperse bajo esta carga. Serán admitidas únicamente alteraciones superficiales y microfisuras (fisuras filiformes no abiertas), siempre que estos defectos conserven su carácter superficial y que la longitud total fisurada o alterada no sea superior a 50 mm hasta 6000 daN. Para las pruebas de esfuerzos mecánicos transversal y longitudinal, la flecha deberá ser inferior a 6 milímetros.

   Tercera fase. Prueba de ruptura por esfuerzo mecánico. La prueba se continuará sobre algunos aisladores más allá de los 6000 daN, con el fin de medir la carga de ruptura.

   El Representante fijará el número de pruebas que deben efectuarse.

3. Prueba de esfuerzos repetidos (0 a 1500 daN). De acuerdo con los modos de fijación y de aplicación de la fuerza definidos en 001.D.01.c.10(2), el aislador será sometido a esfuerzos repetidos con valores respectivos de 0 a 1500 daN (1529 kg), con una cadencia de cinco impulsos por segundo. La prueba se continuará sin parar durante 200 horas con el fin de alcanzar un total de 3 600 000 pulsaciones. En caso de alteración superficial o de microfisuras de 30 mm de largo o más, deberá efectuarse en el aislador correspondiente una prueba de esfuerzo mecánico transversal, hasta alcanzar eventualmente la ruptura.

4. Medición de la resistencia de aislamiento en seco. Las mediciones de aislamiento se efectuarán entre

un elemento de barra guía normalmente fijado sobre el aislador y una pieza metálica fijada en la base del aislador según las condiciones de fijación previstas en el dibujo para el montaje del aislador.

Se efectuará una serie de mediciones con un megóhmetro sobre las piezas escogidas las cuales deben estar secas.

5. Verificación de la no variabilidad de la resistencia bajo 5000 volts durante 60 segundos. Cierto número de aisladores, cuya cantidad se dejará a juicio del Representante, serán sometidos a una tensión de 5000 volts de corriente continua durante 60 segundos (o excepcionalmente con corriente alterna, bajo una tensión eficaz de 5000 volts). La prueba se efectuará a título verificativo, en los aisladores que hayan sido sometidos a la prueba de resistencia mecánica con esfuerzos repetidos (001.D.01.c.10(4)).

6. Prueba de contorneo en seco. Se aplicará una tensión alterna de frecuencia industrial entre dos electrodos, uno colocado en el lugar de la barra de corriente y el otro sobre la parte metálica del zoclo más cercano al aislante.

7. Prueba de contorneo bajo lluvia. La prueba se efectuará en las mismas condiciones que la anterior, pero el aislador se expondrá durante cinco minutos antes de la energización y durante el tiempo que dure la prueba, a una lluvia artificial que caiga con un ángulo de 45° a razón de 3 mm por minuto (resistividad del agua de lluvia: 10 000 ohms-centímetro).

8. Medición de la recuperación de aislamiento después del mojado. Después de haber sido sometidas a la prueba de resistencia de aislamiento en seco, las piezas se sumergirán en agua de lluvia durante dos minutos a la temperatura ambiente y bajo una carga de un metro de agua. Tan pronto como sea posible después de sacarlos del agua y sin quitarles su humedad superficial, cada aislador se colocará nuevamente en el dispositivo de prueba. Luego se efectuarán mediciones de resistencia de aislamiento en la misma forma que para la prueba en seco, pero al ritmo de una prueba cada dos minutos, hasta que la recuperación de aislamiento coincida con el resultado obtenido en la prueba en seco.

9. Medición de la resistencia después de inmersión en el agua durante 24 horas. Se sumergirán en agua de lluvia, piezas secas durante 24 horas, a la temperatura ambiente y bajo una carga de un metro de agua. Después de esta inmersión, la superficie de las piezas se secará cuidadosamente con trapos y de ser necesario soplándolas con aire comprimido, de manera de no falsear las mediciones por pérdidas suplementarias, debidas a la humedad superficial.

10. Prueba de perforación. La prueba de contorneo en seco será continuada en algunas piezas hasta la perforación del aislador. El Representante fijará el número de piezas que deberán someterse a prueba en estas condiciones.

11. Prueba al arco eléctrico. La prueba se efectuará en una subestación sobre un elemento de vía especialmente montado. El arco, limitado a 1000 amperes bajo 750 volts, se iniciará entre dos carbones distantes entre ellos 10 mm, y colocados como se indica en la fig 001-37. El carbón inferior fijo estará conectado por medio de placas de latón sobre la pista metálica. Su distancia a la barra guía será de 130 mm. El carbón superior estará armado sobre un brazo móvil que podrá girar alrededor de un eje reportado sobre la barra guía. La rotación se obtendrá por medio de un cordón accionado por el operador. El procedimiento a seguir es el siguiente:

   — El arco se iniciará por medio de un papel metálico colocado entre los dos carbones.

   — Se mantendrá durante dos segundos entre los dos carbones dejados en su posición inicial.

   — Luego se girará el carbón superior, lo que ocasionará normalmente el corte del arco.

   — Si el arco se mantiene después de la rotación del carbón, se cortará mediante un disyuntor al cabo de tres segundos.

   — Luego se restablecerá la corriente, cinco segundos después del corte del arco.

   — No deberá producirse ninguna reiniciación del arco.

   — El mismo ciclo de operación se repetirá cinco veces consecutivas con un intervalo de 60 segundos entre cada ciclo.

   — Al final de cada ciclo, el operador anotará sus observaciones referentes al desprendimiento eventual de flamas, olores y humos.

   — La prueba se continuará a título informativo más allá del quinto ciclo, hasta el décimo ciclo inclusive. Las observaciones reunidas durante estas pruebas complementarias, servirán de base para la apreciación y la clasificación del valor técnico de los distintos aisladores.

12. Prueba bajo infiltración de agua salada. La prueba consistirá en rociar una mezcla especial en la barra guía energizada y la pista metálica frente a un aislador montado como se indica en la prueba anterior. El líquido de aspersión se compondrá de una mezcla de agua dulce más 0.30 por ciento de sal (cloruro de sodio) y 0.30 por ciento de detergente. Esta mezcla tendrá la misma conductividad del agua de infiltración del túnel. Antes de la energización, la barra guía, la pista y el durmiente se humedecerán con la mezcla antes mencionada. La aspersión, realizada gota a gota, se orientará sobre la barra guía y sobre la pista frente al aislador para que su cara delantera sea salpicada. Se verificará que la mezcla conductora sea bien derramada sobre toda la longitud del aislador. Si es necesario se modificará la posición del chorro para que pueda cumplir esta condición. Los aisladores bajo tensión eléctrica, deberán someterse a esta infiltración de agua salada durante seis horas.

EL ARCO SE INICIA MEDIANTE UN PAPEL METALICO COLOCADO ENTRE LOS DOS CARBONES. CUANDO EL CARBON SUPERIOR SE ENCUENTRA ALZADO, LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LA PIEZA BAJO TENSION (BARRA GUIA) Y EL NEGATIVO (CARBON INFERIOR) ES DE 130 mm

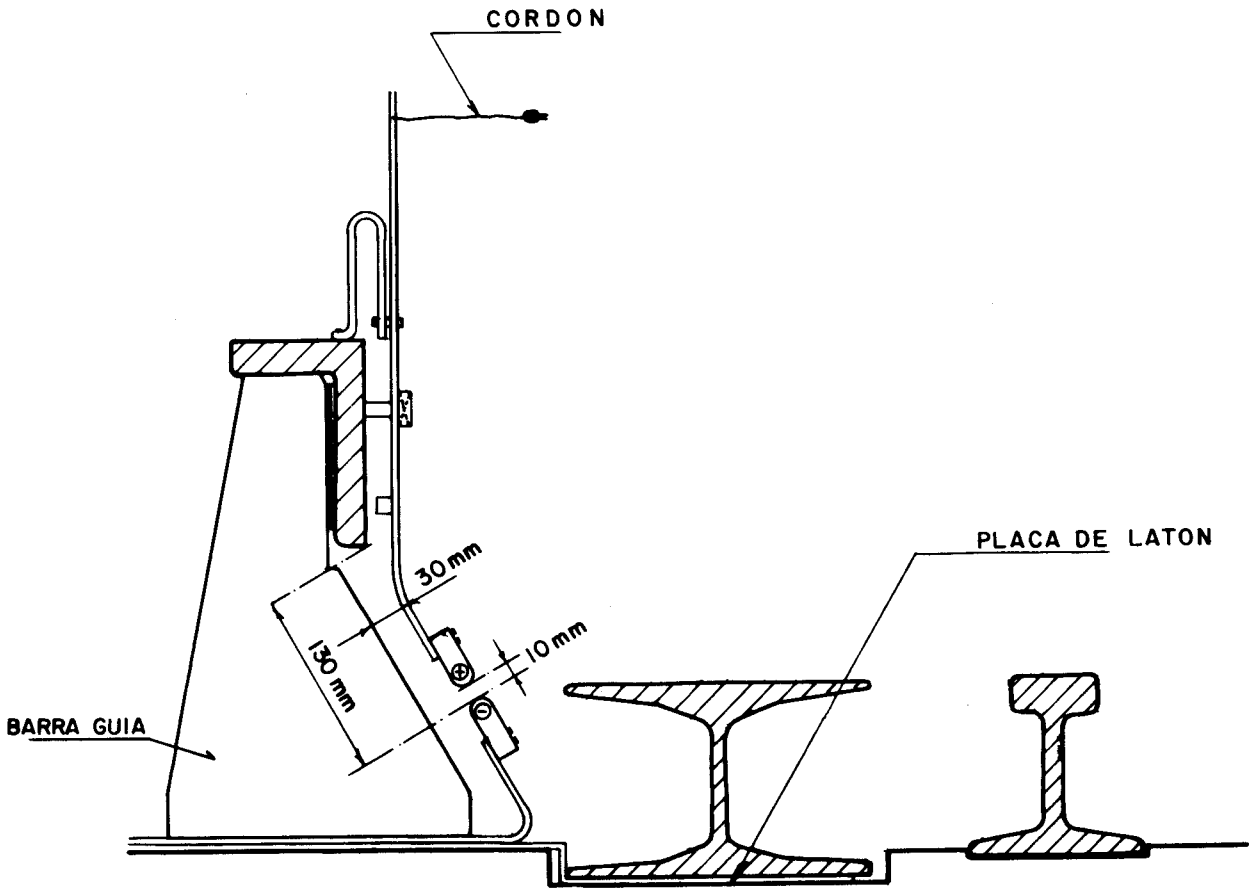


Fig 001-37 Montaje para prueba al arco eléctrico de un aislador de poliéster

13. Verificación de la no propagación de la flama. La prueba se efectuará en una probeta de forma de barra cuadrada de 25 mm de lado y 125 mm de longitud. Las probetas se escogerán entre los aisladores que hayan sido sometidos a las pruebas de esfuerzo mecánico hasta su ruptura. La prueba se efectuará en un lugar protegido contra corrientes de aire, a la temperatura ambiente y en una atmósfera cuya humedad relativa sea inferior al 65 por ciento. El procedimiento será el siguiente:

— Se utilizará un mechero de Bunsen de 10 mm de diámetro aproximadamente, alimentado con

gas de alumbrado, cuya flama regulada en condiciones sin corriente de aire y en posición vertical, tenga una longitud de 125 mm aproximadamente, siendo la parte azul de la flama de 35 mm. La probeta se colocará con una inclinación de 45°.

— Se aplicará la flama del mechero Bunsen de tal forma que la punta del cono se ponga en contacto con la probeta sobre la arista baja de la misma.

— Se aplicará la flama cinco veces consecutivas durante 15 segundos, con intervalos de 15 segundos entre cada aplicación.

— Después de la última aplicación se dejará quemar la materia aislante hasta que se extinga.

— Se anotará la longitud de la parte quemada y degradada.

14. Pruebas de resistencia a las variaciones bruscas de temperatura. Los aisladores se someterán cinco veces a un cambio alternado de caliente y frío por inmersión sucesiva y brusca en agua a una temperatura de 328 K (55°C) y en baño frío a una temperatura de aproximadamente 255 K (−18°C). La duración de cada baño será de 25 minutos y el tiempo de paso de un baño a otro deberá ser lo más corto posible (inferior a 20 segundos). Algunos de estos aisladores, cuyo número será determinado por el Representante, se someterán luego a una prueba de esfuerzo mecánico transversal y longitudinal a juicio del Representante.

15. Prueba de envejecimiento acelerado. Los aisladores por probar, se colocarán durante cuatro días en una atmósfera refrigerada (aire ambiente), a una temperatura de 255 K (−18°C). Luego, sin transición, los aisladores se colocarán durante siete días en un horno, cuya atmósfera renovada se mantendrá a una temperatura de 343 K (+ 70°C). Algunos de estos aisladores, cuyo número será determinado por el Representante, se someterán a una prueba de esfuerzo mecánico transversal o longitudinal.

001.D.01.c.11 Garantía

1. Salvo garantía de más larga duración acordada por el proveedor, los aisladores serán garantizados contra todo defecto imputable a la fabricación y no descubierto durante su recepción en la fábrica, durante dos años, contados a partir de su puesta en servicio en la vía, sin que por eso se pueda presentar reclamación alguna más allá de cuatro años a partir de la fecha de entrega de las piezas.

2. En caso que la responsabilidad del proveedor sea reconocida, éste deberá reemplazar gratuitamente todo aislador defectuoso, o pagarle al Representante una indemnización igual al valor de la pieza.

3. La pieza dañada le será enviada al proveedor, si así lo solicita éste; los gastos de transporte estarán a su cargo.

001.D.01.c.12 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse serán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación que pudiere derivarse.

001.D.02 CALZAS AISLANTES PARA RIELES Y PISTAS

001.D.02.a DESCRIPCION

Son piezas de forma rectangular fabricadas en poliéster que se usan para apoyar los rieles, pistas y aparatos de vía en el sistema de fijación directa al piso de concreto en las vías del Metro de la Ciudad de México, con excepción de los talleres. Estas piezas se sujetan junto con los perfiles y accesorios por medio de varillas-perno que quedan ancladas en el concreto.

Los tipos de calzas referidas en esta especificación son los siguientes:

1. Para riel 80 ASCE y pista metálica.

2. Para riel 100 RE y/o aparatos de vía.

001.D.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Determinación de la dureza en plásticos rígidos por medio de un impresor Barcol	ASTM D-2583

001.D.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D02.c.01 Físicos

Absorción de agua: 0.5 %.

001.D.02.c.02 Eléctricos

1. Resistencia de aislamiento en seco (R): $R < 100$ megaohms.

1. Recuperación de aislamiento después del mojado. Para cada pieza, el porcentaje de la resistencia de aislamiento incrementado después de 30 minutos de sacada del agua, deberá ser de al menos el 50 por ciento del valor obtenido para la resistencia en seco (R) para la misma pieza. La curva obtenida en este ensaye deberá ser de forma creciente y regular.

3. Resistencia eléctrica después de inmersión en agua durante 24 horas. La resistencia no deberá ser inferior a 100 megaohms.

001.D.02.c.03 Térmicos

No propagación de la flama. La longitud de la zona quemada no será mayor de 60 milímetros.

001.D.02.c.04 Mecánicos

1. Ruptura de calzas con un escalón. Durante el ensaye descrito en 001.D.02.c.11(3), ninguna calza deberá romperse antes de 2.25 t para las calzas con un solo agujero o de 4.50 t para las calzas con dos agujeros.

2. Ruptura de calzas con dos escalones. Durante el ensaye descrito en 001.D.02.c.10(4), ninguna calza deberá romperse antes de 2.25 t para las calzas con un agujero por escalón.

3. Dureza Barcol: 40 mínimo.

001.D.02.c.05 Dimensiones y tolerancias

Serán las indicadas en las figs 001-38 a 001-41.

001.D.02.c.06 Identificación

Cada calza deberá presentar en la cara horizontal superior alrededor de uno de los dos orificios, las marcas siguientes, en hueco y con caracteres de 8 mm de altura:

— Nombre del fabricante.

— Las dos últimas cifras del año de fabricación.

— Número de identificación de la calza.

001.D.02.c.07 Acabado

Las calzas serán de aspecto liso, con superficies perpendiculares entre sí y ángulos bien formados; ninguna deformación será tolerada.

001.D.02.c.08 Almacenamiento

El almacenamiento será en lotes de 5000 piezas o fracción. Para el caso del tipo 100 RE o para aparatos de vía, el contenido de los lotes estará en función de la cantidad de calzas que se obtenga de una misma bachada.

001.D.02.c.09 Supervisión

El Representante tendrá libre acceso a los talleres del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido y podrá proceder ahí a todos las verificaciones que juzgue necesarias.

001.D.02.c.10 Muestreo

El muestreo para las pruebas se efectuará como sigue:

1. Las calzas para pista y riel 80 ASCE serán sometidas a los ensayes descritos en 001.D.02.c.11, por lote de 5000 piezas o fracción de 5000.

2. Se efectuarán por lote, dos ensayes de absorción de agua, dos eléctricos completos y dos de no propagación de flama. Si los resultados son satisfactorios se reducirán a un ensaye por lote. Todo resultado negativo conducirá a regresar al ritmo original.

3. La verificación geométrica se hará de manera idéntica a lo señalado en 4.02.01.001.D.05 mencionada en la tabla de referencias de esta especificación.

4. Para los ensayes de ruptura por tensión, se harán siempre dos ensayes por lote para las calzas de pista y de riel 80 ASCE y tres ensayes para las calzas de tipo diferente.

5. Las pruebas de dureza Barcol se realizarán a razón de una prueba por lote.

6. Todos los ensayes serán a cargo del fabricante.

7. El Representante podrá proceder a todo ensaye complementario gue juzgue conveniente para verificar las propiedades del material utilizado para la fabricación de las calzas.

001.D.02.c.11 Pruebas

1. Prueba de absorción de agua. Las calzas serán pesadas con precisión para después introducirlas durante 24 horas en un recipiente bajo 90 cm de carga de agua. Después de este tiempo se les retirará, se secarán superficialmente y se les volverá a pesar.

2. Las pruebas de resistencia al aislamiento en seco, recuperación de aislamiento después del mojado, resistencia eléctrica después de inmersión en agua durante 24 horas y no propagación de la flama, deberán ejecutarse de acuerdo a la especificación 4.02.01.001.D.01 y como se indica en la fig 001-42 en todos los orificios que tenga la calza.

3. Ensaye de ruptura de las calzas con un solo escalón en su extremo y uno o dos agujeros en el escalón. El ensaye se efectuará de la forma siguiente y como se indica en la fig 001-43(a). Una de las mordazas de la prensa será fijada en el extremo sin agujero de la calza mientras que el otro extremo se fijará a la prensa por medio de un eslabón diseñado para este fin. Una carga de tracción se aplicará progresivamente a las calzas hasta lograr la ruptura.

4. Ensaye de ruptura de las calzas con dos escalones y un agujero por escalón. Las calzas serán sometidas a tracción progresiva, sujetándolas por sus extremos a través de sus agujeros y eslabones diseñados especialmente para este fin, tal como se indica en la fig 001-43(b).

5. Dureza. Se determinará en al menos cuatro puntos de una misma calza. El método de prueba será conforme a la norma ASTM D-2583.

001.D.02.c.12 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años a partir de la fecha de entrega de las piezas.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante ni las pruebas efectuadas durante la recepción disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados, no detectados durante la recepción en fábrica o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las piezas que se llegasen a deteriorar en la vía, serán sustituidas gratuitamente por el proveedor, pieza por pieza.

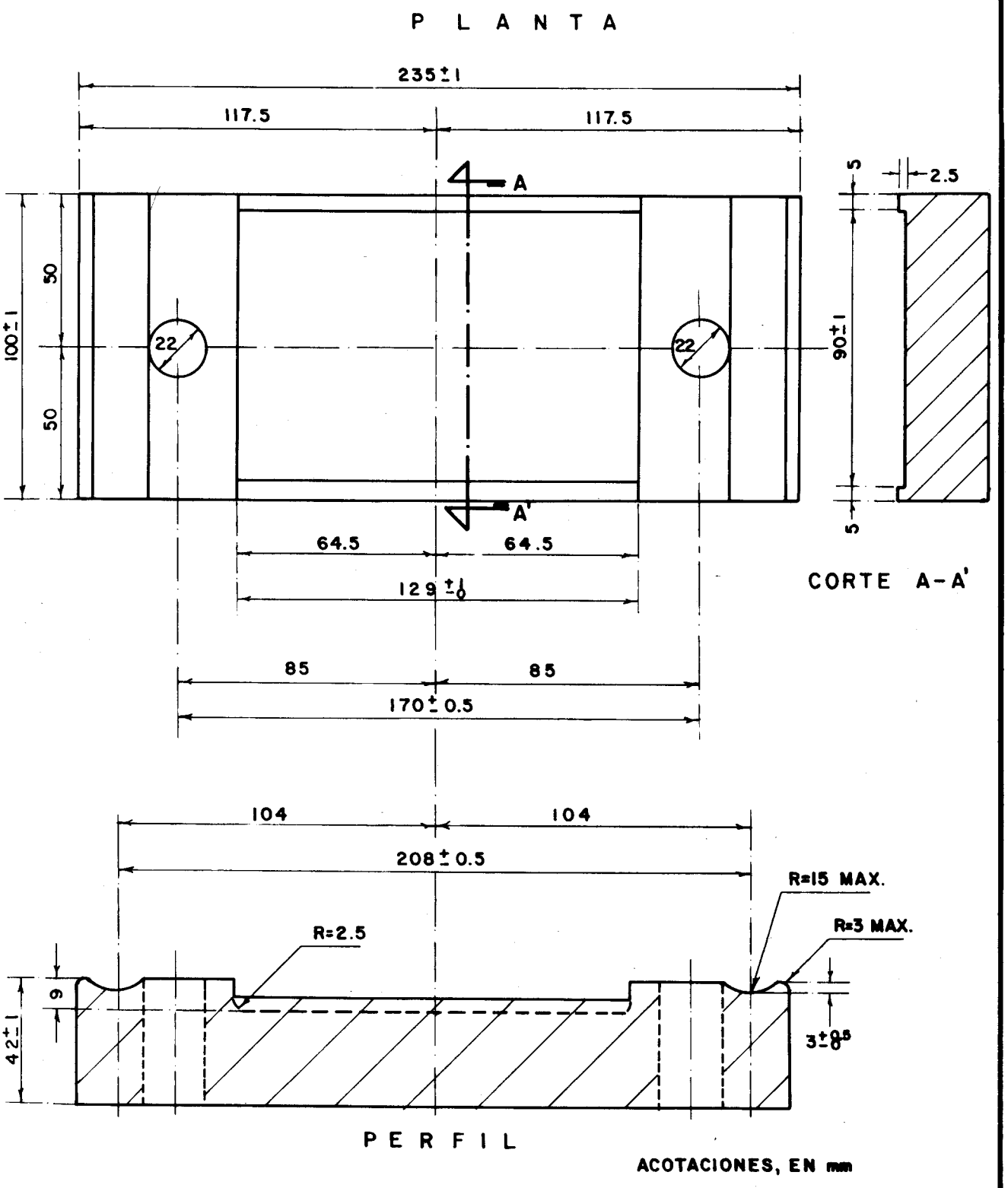


Fig 001-38 Calza para riel ASCE 80

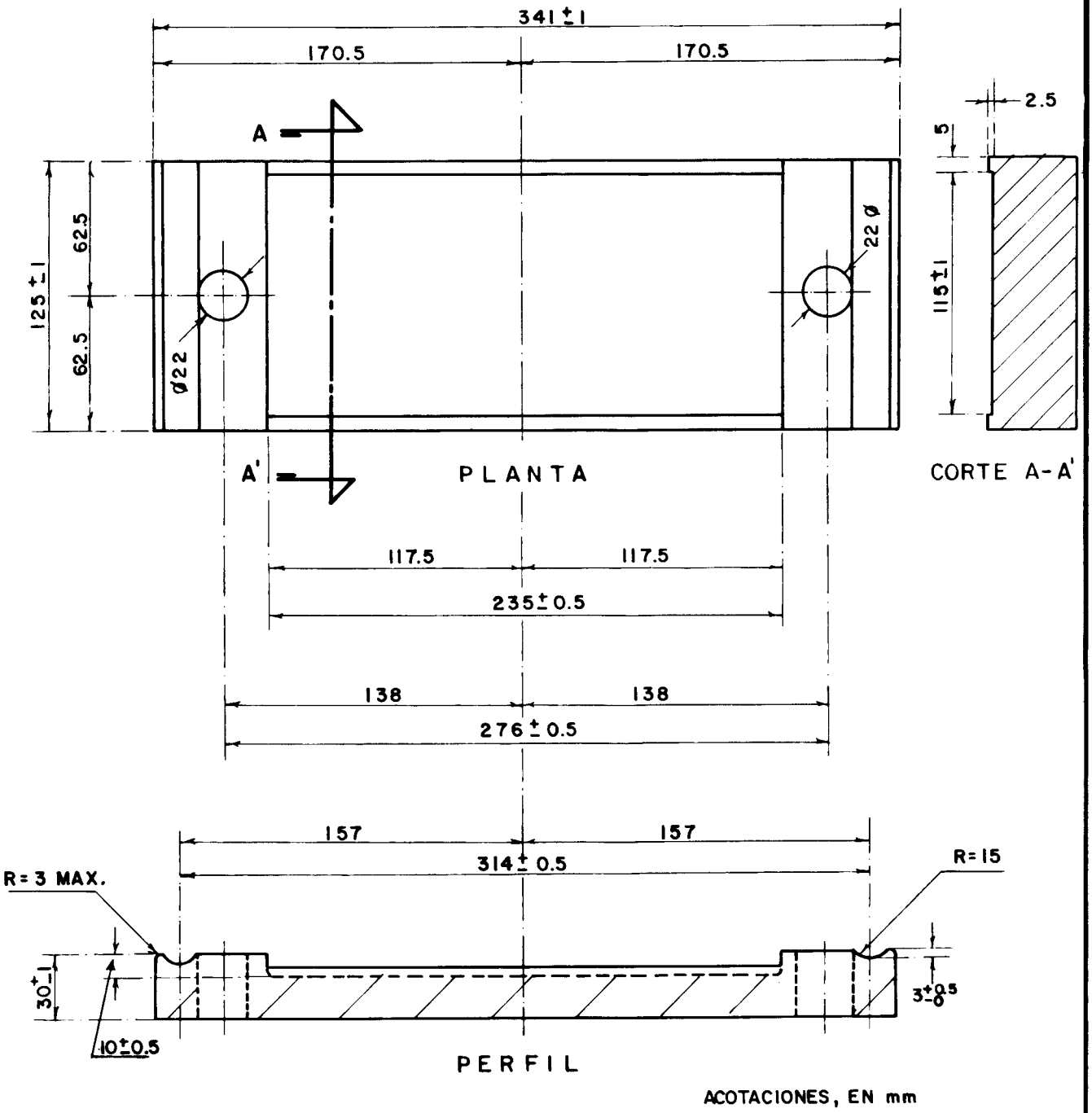
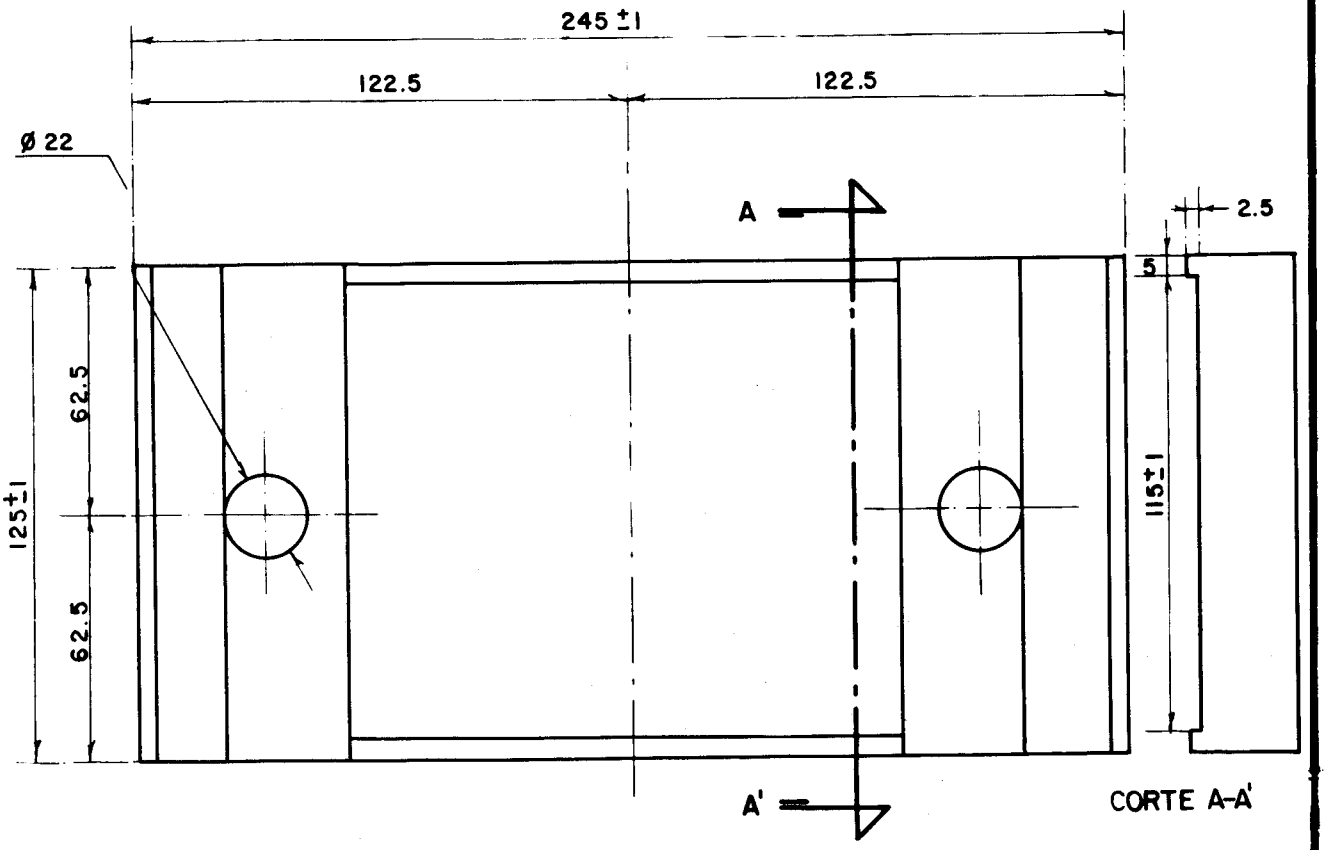


Fig 001-39 Calza para pista



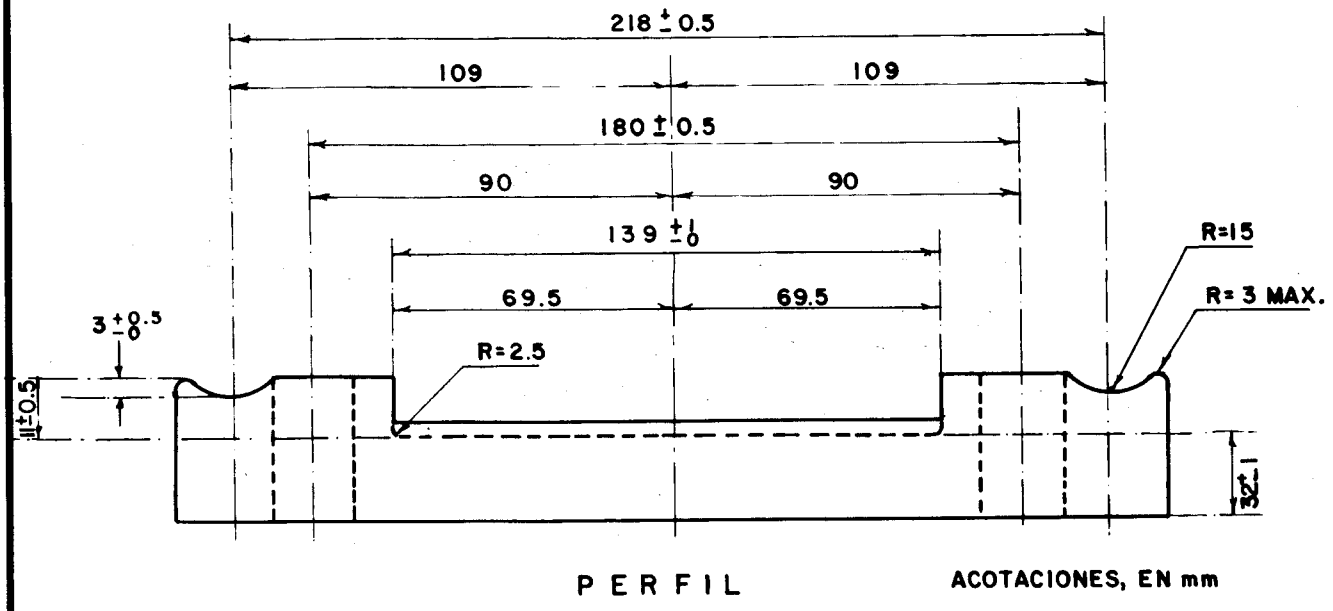
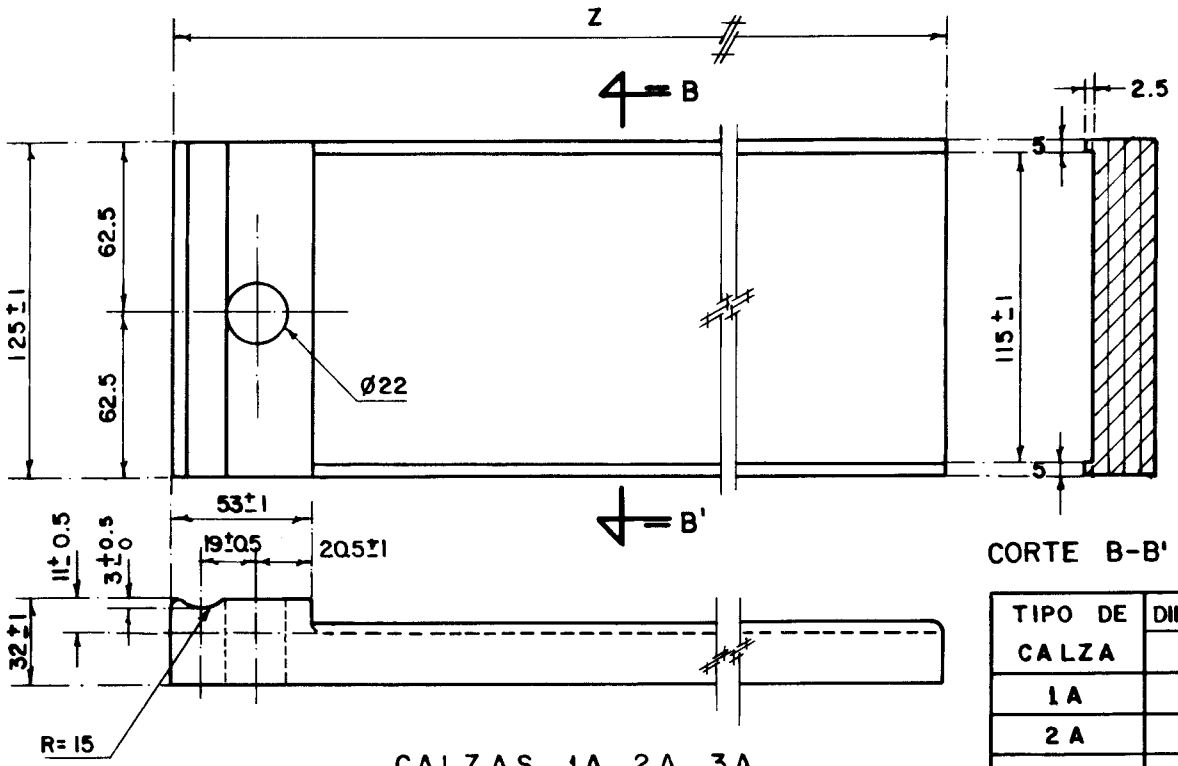


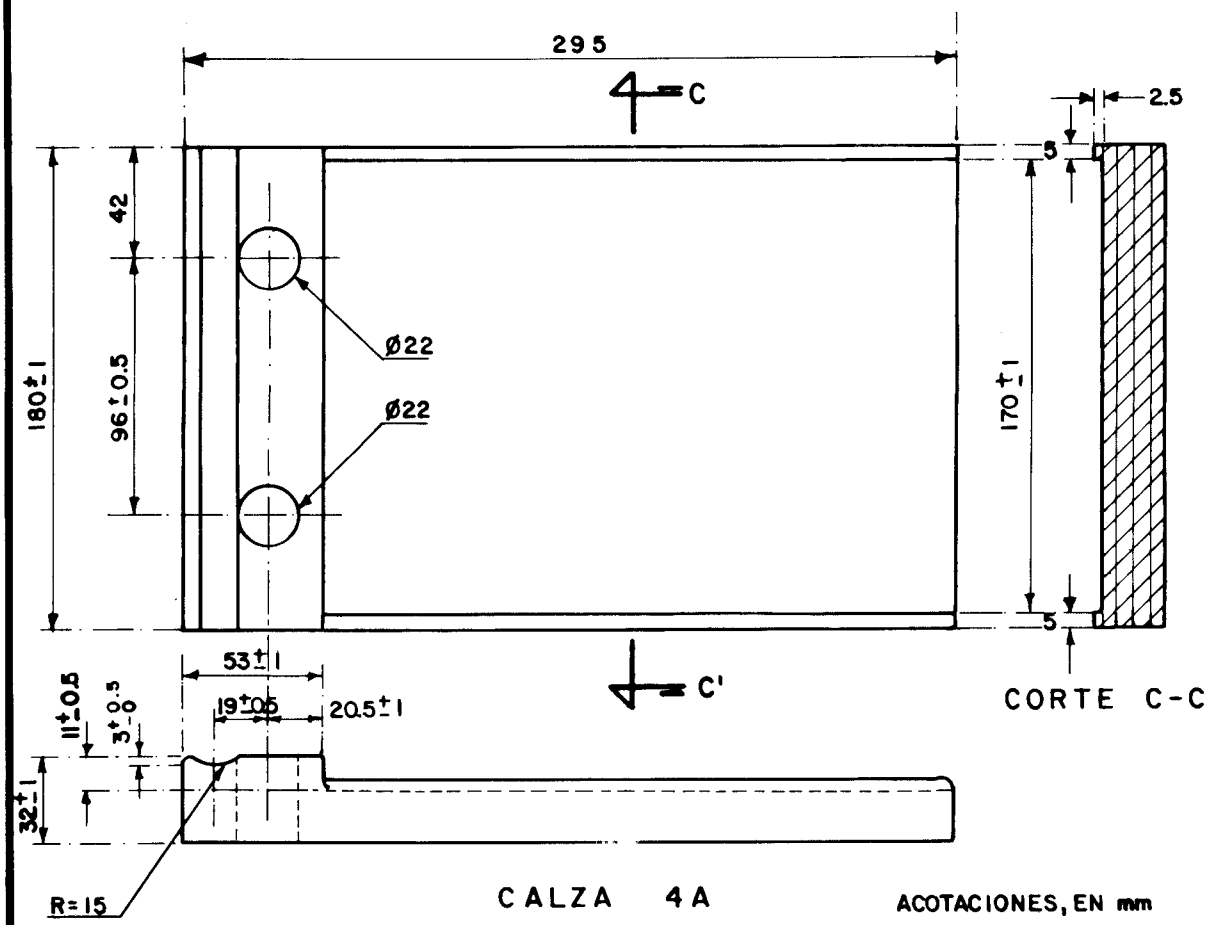
Fig 001-40 Calza para riel 100 RE



CORTE B-B'

CALZAS 1A, 2A, 3A

TIPO DE CALZA	DIMENSIONES Z, mm
1A	283
2A	465
3A	593

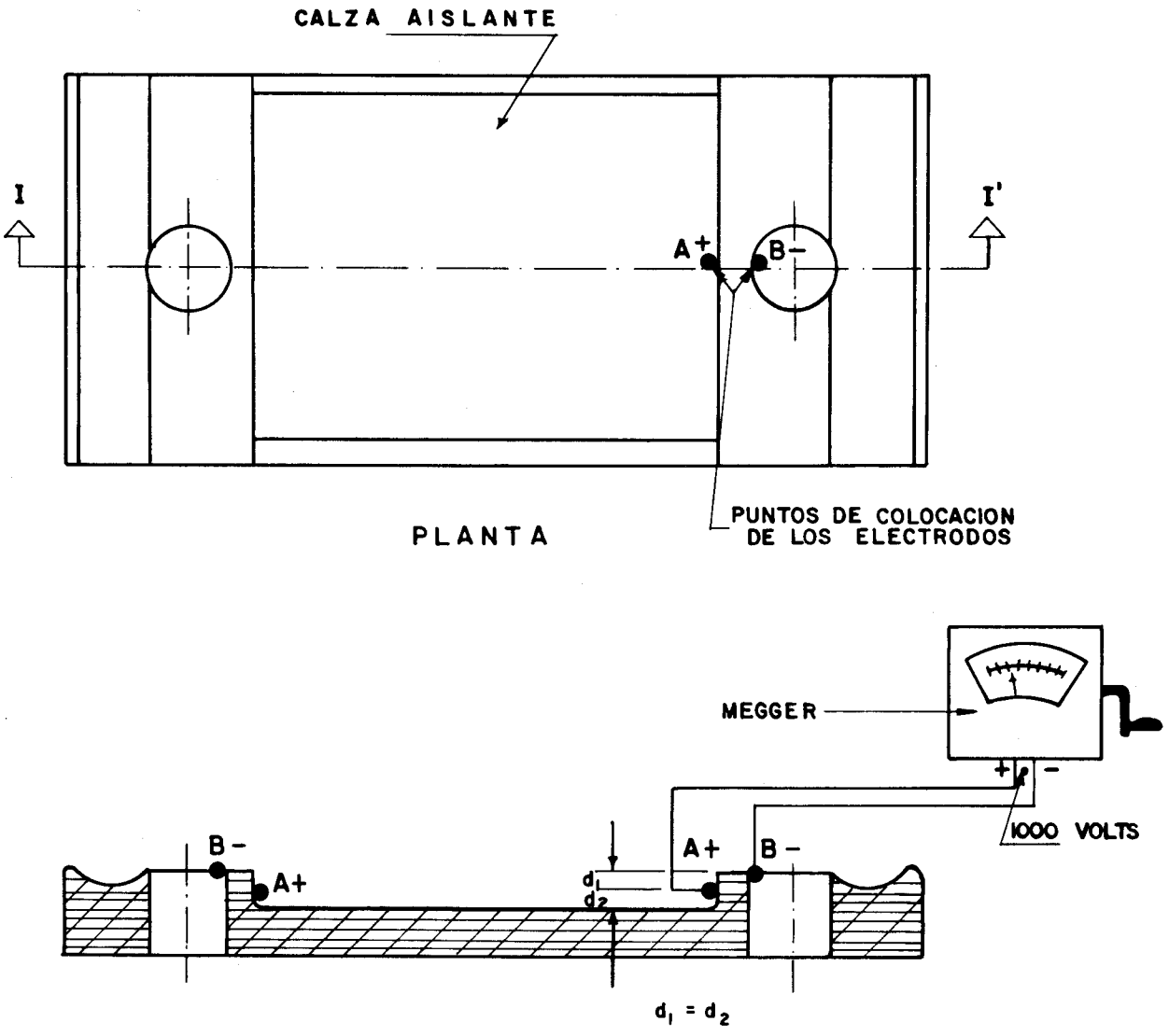


CORTE C-C'

CALZA 4A

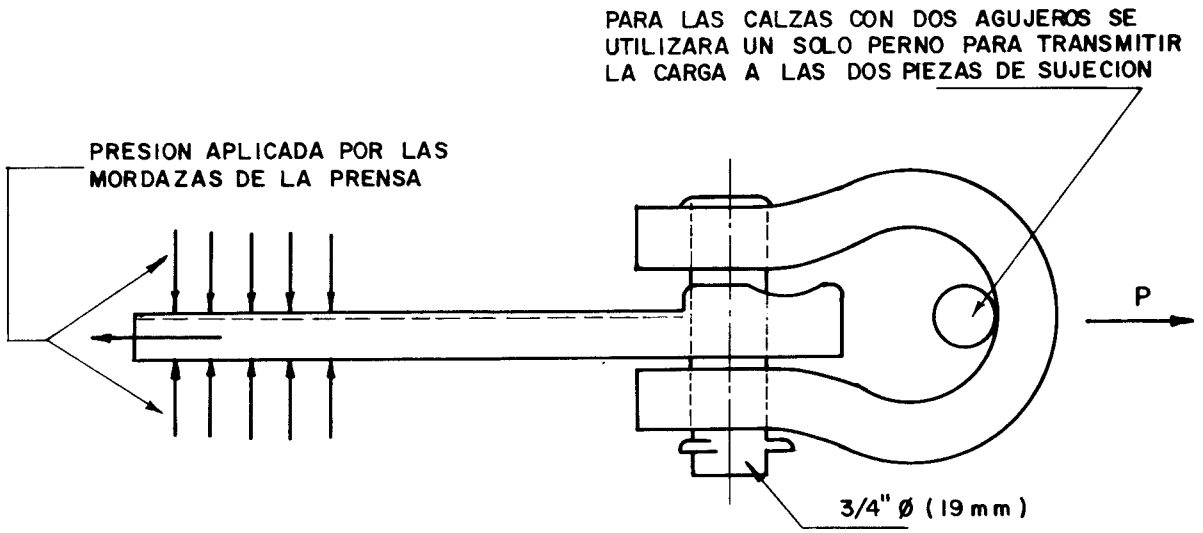
ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-41 Calza para aparatos de vía

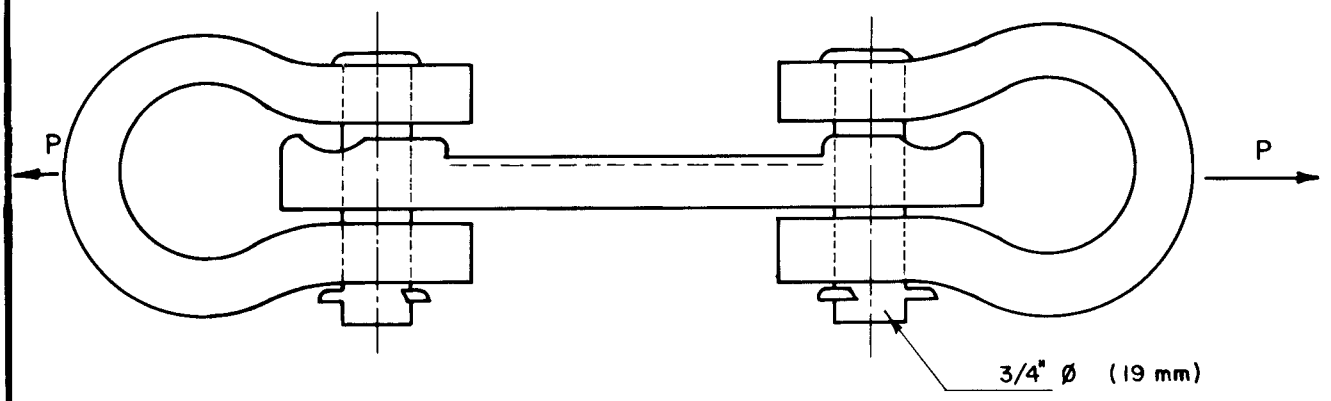


MONTAJE DEL ENSAYE

Fig 001-42 Resistencia eléctrica en calzas



(a)



(b)

Fig 001-43 Ensaye de tracción en calzas

001.D.02.c.13 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.03 CALZAS PARA AISLADORES

001.D.03.a DESCRIPCION

Son piezas rectangulares fabricadas en poliéster y fibra de vidrio, empleadas para calzar a los aisladores en los que se monta la barra guía. Estas piezas se sujetan al piso junto con el aislador, por medio de tornillos y anclajes especiales; son utilizados en el sistema de vía sobre concreto del Metro de la Ciudad de México.

001D.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.06

001.D.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.03.c.01 Requisitos físicos

El peso de cada calza no deberá presentar un aumento de más de 0.2 por ciento en la prueba de porosidad.

001.D.03.c.02 Requisitos mecánicos

No deberán presentarse grietas, fisuras ni deformaciones permanentes en la prueba de compresión.

001.D.03.c.03 Requisitos térmicos

1. En la prueba de no propagación de flama, la longitud de la parte quemada y degradada de la probeta no excederá de 60 milímetros.

2. Las calzas no deberán presentar fisuras ni rupturas en la prueba de resistencia a las variaciones bruscas de temperatura.

3. No deberán presentar fisuras ni rupturas en la prueba de envejecimiento acelerado.

001.D.03.c.04 Acabado

Los materiales que forman las calzas deben ser compactos, homogéneos y exentos de burbujas de aire o porosidades. Las piezas deberán presentar una superficie exterior uniforme, sin cavidades, ranuras, grietas u otros defectos que pudieran disminuir su integridad.

001.D.03.c.05 Dimensiones y tolerancias

Serán de acuerdo a lo indicado en la fig 001-44.

001.D.03.c.06 Identificación

Cada calza deberá presentar en uno de sus lados cortos las marcas siguientes con caracteres huecos y de 6 mm de altura:

— Marca del fabricante.

— El número del mes en cifras omanas y los últimos dos números del año de fabricación.

— Las calzas serán numeradas a medida que sean fabricadas, empezando en el número 1 y continuando hasta que se complete el pedido sin ninguna discontinuidad en la numeración.

001.D.03.c.07 Supervisión

El Representante tendrá libre acceso a la planta del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias. Las pruebas se ejecutarán con cargo al proveedor.

001.D.03.c.08 Muestreo

Las calzas serán agrupadas por lotes de 500 piezas para su recepción; cualquier lote incompleto dará lugar a las mismas series de pruebas.

1. Muestreo de las calzas para las pruebas físicas y mecánicas:

   — Prueba de porosidad: 1 por lote.

   — Prueba de compresión: 1 por lote.

2. Muestreo de las calzas para las pruebas térmicas:

   — Verificación de la no propagación de la flama: 1 por lote.

   — Verificación de la resistencia a las variaciones bruscas de temperatura: 1 por lote.

   — Prueba de envejecimiento acelerado: 1 por lote.

3. La verificación geométrica se hará de acuerdo a lo establecido en 4.02.01.001.G.06 de estas especificaciones.

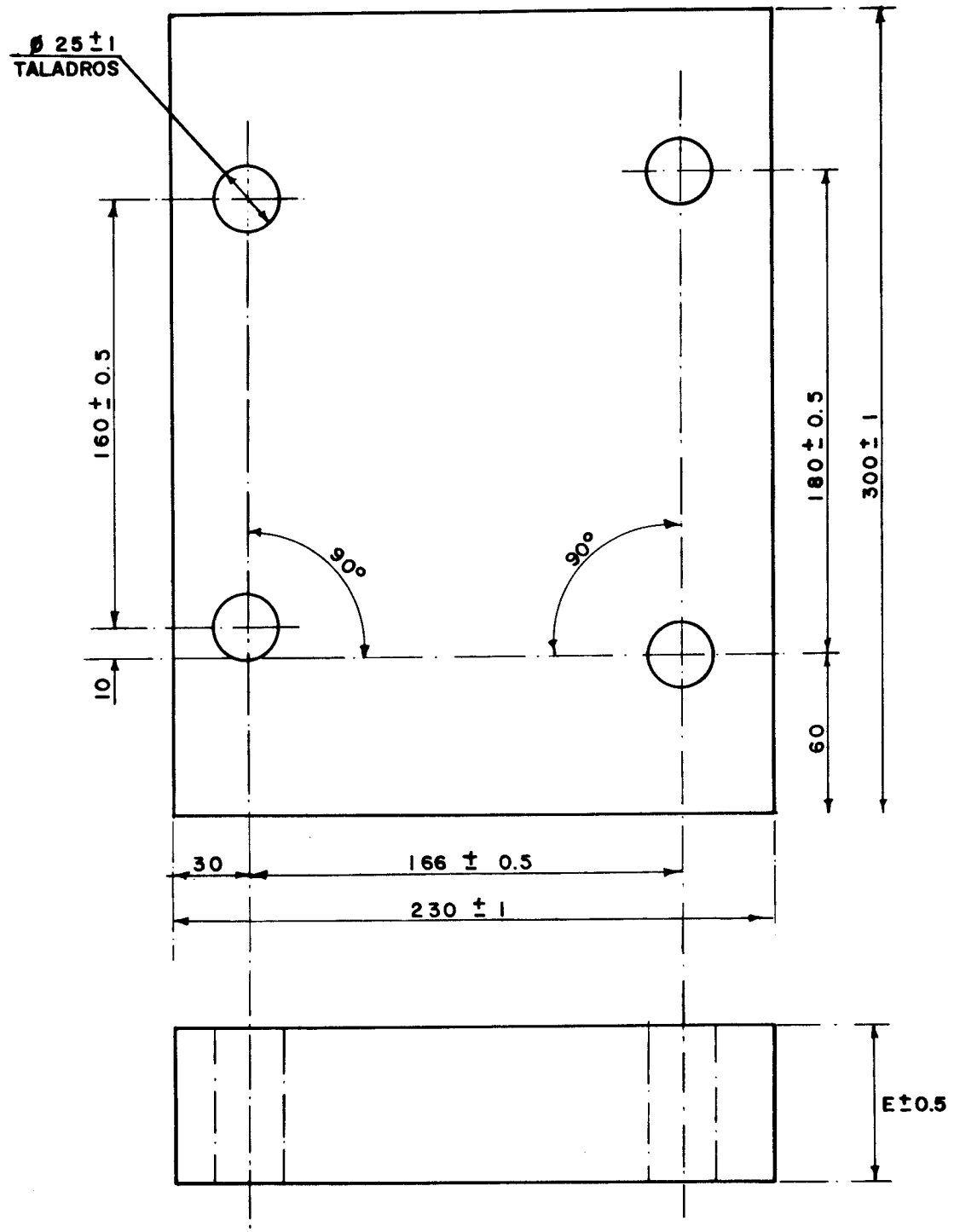
4. El aspecto se verificará en todas las calzas.

001.D.03.c.09 Pruebas

1. Prueba de compresión. Las calzas se someterán a un esfuerzo de compresión de 0.74 daN/mm^2 (75 kg/cm^2). El valor máximo se obtendrá aplicando gradualmente la fuerza en un lapso de dos minutos y se mantendrá durante 30 segundos.

2. Las pruebas de porosidad, de no propagación de flama, de variaciones bruscas de temperatura y de envejecimiento acelerado, se llevarán a cabo de acuerdo a lo indicado en la especificación 4.02.01.001.D.01.

3. Verificaciones geométricas. Las cotas se verificarán por medio de calibradores de máximos y mínimos teniendo en cuenta las tolerancias impuestas. Estos calibradores serán por cuenta del proveedor.



TIPO VIA	E, mm
V/a	60
Aparato de vía	80

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-44 Dimensiones y tolerancias de las calzas para aisladores

001.D.03.c.10 Bases de aceptación

Cualquier resultado que no esté conforme a las condiciones fijadas podrá dar lugar al rechazo del lote correspondiente. Si el Representante lo autoriza se realizarán pruebas adicionales en cantidades iguales a las de las pruebas con resultados defectuosos; si los nuevos resultados no son satisfactorios se rechazará el lote completo.

001.D.03.c.11 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.03.c.12 Garantía

1. El material debe ser estable en el transcurso del tiempo, es decir que cualquier fisura que apareciera durante el periodo de garantía y que disminuyera ya sea el aislamiento o la solidez de la calza, constituirá un motivo de desecho de la pieza correspondiente.

2. Salvo garantía de más larga duración acordada por el proveedor, las calzas de aisladores serán garantizadas contra todo defecto imputable a la fabricación y no descubierto durante su recepción en la fábrica, durante dos años, contados a partir de la puesta en servicio en la vía, sin que por eso no se pueda presentar reclamación alguna más allá de cuatro años a partir de la fecha de entrega de las piezas.

3. En caso que la responsabilidad del proveedor sea reconocida, éste deberá reemplazar gratuitamente toda calza defectuosa o pagarle al Representante una indemnización igual al valor de la pieza.

4. La pieza dañada le será enviada al proveedor, si así lo solicita éste; los gastos de transporte estarán a su cargo.

001.D.04 CALZAS DE CONCRETO REFORZADO

001.D.04.a DESCRIPCION

Son piezas rectangulares fabricadas en concreto reforzado, empleadas en la vía sobre concreto para calzar a los aisladores en los que se montan las barras guía. Estas piezas están compuestas por un bloque de concreto reforzado, malla electrosoldada y una placa de acero que queda anclada dentro del bloque por medio de varillas de acero en forma de "U" y soldadas a la placa.

Las calzas se clasifican en:

1. Calzas para vía normal.

2. Calzas para zonas de aparatos de vía, siendo éstas de mayor espesor.

001.D.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cementos	4.01.01.002.A
Agregados para concreto	4.01.01.002.B
Agua para concreto hidráulico	4.01.01.002.C
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Calzas para aisladores	4.02.01.001.D.03
Estructuras de concreto reforzado	3.01.01.012
Malla soldada de alambre de acero para refuerzo de concreto	NOM B-290

001.D.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.04.c.01 De los materiales

1. Cemento. El cemento empleado deberá ser Portland, de preferencia tipo I o tipo III, el cual deberá cumplir con los requisitos indicados en 4.01.01.002.A.

2. Grava. La grava empleada deberá provenir de rocas duras y sanas, inalterables por el efecto del agua o el aire. Están prohibidas, en particular, las gravas provenientes de rocas feldespáticas o esquistosas, que se descomponen al contacto con el aire y con el agua; se cumplirá con lo indicado en 4.01.01.002.B; además, se deben satisfacer los requisitos físicos y granulométricos indicados en la fig 001-45.

3. Arena. La arena deberá ser de composición sílica natural exenta de materiales térreos, arcillosos y de polvos cumpliendo con los requisitos indicados en 4.01.01.002.B, además de los indicados en la fig 001-46.

4. Agua. El agua empleada en la elaboración del concreto deberá cumplir con los requisitos indicados en 4.01.01.002.c.

5. Concreto

   — La dosificación empleada deberá ser aprobada por el Representante. El diseño del concreto se hará para un grado de calidad tipo B de acuerdo con lo indicado en 4.01.01.002.G.

   — La relación agua-cemento (a/c) se buscará para que al término del mezclado el concreto

PRUEBAS FISICAS	GRAVA	LIMITES ESPECIFICADOS
DENSIDAD (muestra seca)		
% ABSORCION		
PESO VOLUMETRICO SUELTO, kg/m³		
PESO VOLUMETRICO COMPACTO, kg/m³		
% PARTICULAS MENORES QUE LA MALLA No. 200		1% MAXIMO
% DE ARENA		10 % MAXIMO
% DE GRAVA		90 % MINIMO
PARTICULAS DESMENUZABLES		5% MAXIMO
CARBON Y LIGNITO		1% MAXIMO
PERDIDA POR DESGASTE		40 % MAXIMO

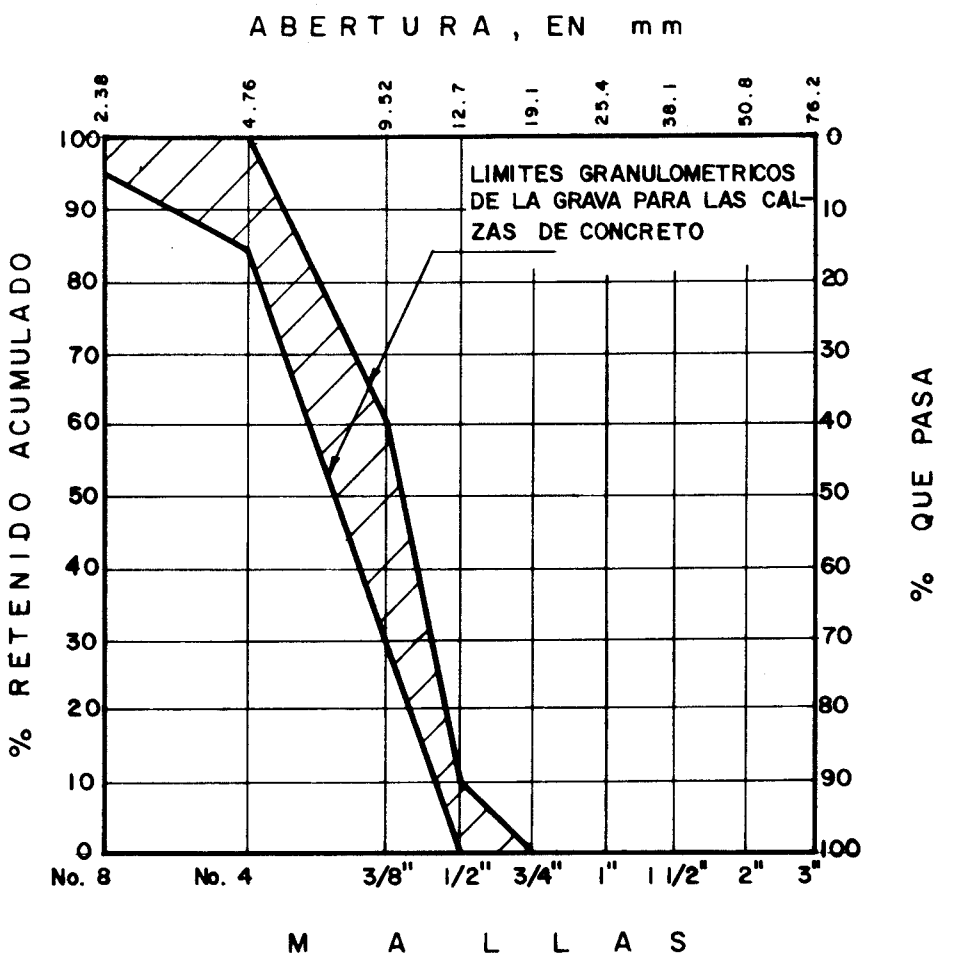


Fig 001-45 Control de calidad de grava para calzas de concreto

PRUEBAS FISICAS	ARENA	LIMITES ESPECIFICADOS
DENSIDAD (muestra seca)		
% ABSORCION		
PESO VOLUMETRICO SUELTO, kg/m³		
PESO VOLUMETRICO COMPACTO, kg/m³		
PERDIDA POR LAVADO EN MALLA No. 200		2 % MAXIMO
% DE ARCILLA POR SEDIMENTACION		3 % MAXIMO
MATERIA ORGANICA		ACEPTABLE
CARBON Y LIGNITO		1 % MAXIMO
PARTICULAS DESMENUZABLES		3 % MAXIMO
EQUIVALENTE DE ARENA		80 % MINIMO

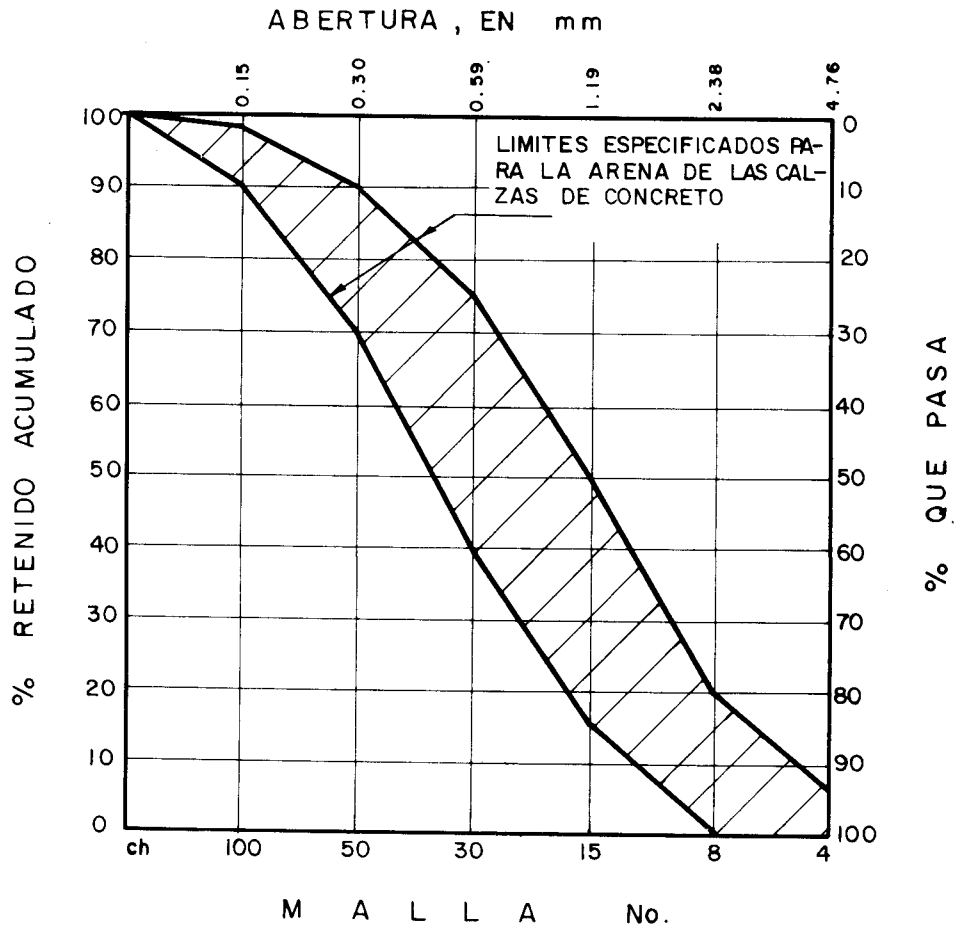


Fig 001-46 Control de calidad de arena para calzas de concreto

presente una consistencia de tierra húmeda y revenimiento cero.

— La resistencia a la compresión del concreto se determinará en probetas cilíndricas estándar y deberá ser de 2.0 daN/mm² (200 kg/cm²) como mínimo a los 14 o 28 días, según el tipo de cemento utilizado. Las resistencias a la compresión y flexión serán obtenidas para cada colado diario.

— La resistencia a la tensión por flexión del concreto se determinará en probetas prismáticas con dimensiones no menores de 15 x 15 x 60 cm (estándar); el módulo de ruptura (MR) será de 0.27 daN/mm² (28 kg/cm²) como mínimo a los 14 o 28 días de edad de acuerdo con el tipo de cemento utilizado.

— Para el mezclado, transporte y colocación del concreto se deberán seguir las prácticas recomendadas en la especificación 3.01.01.012 y 4.01.01.002.G de estas especificaciones.

6. Aceros de refuerzo

— El refuerzo de las calzas estará constituido por malla electrosoldada del No. 11 (3.06 mm) prefabricada o hecha en el lugar. El acero que se utilice para formarlas deberá ser estirado en frío y cumplir con los requisitos de calidad marcados en 4.01.01.005.F.

— El acero destinado a la fabricación de las mallas deberá ser enderezado y limpiado, eliminando el óxido y cualquier material extraño. Las mallas formadas mediante puntos de soldadura no deberán presentar ningún alabeo aparente; una regla colocada a lo largo de una malla no deberá acusar una flecha mayor de 3 mm. Las varillas de las mallas serán perpendiculares entre sí con una tolerancia de ± 4 mm entre los extremos de las varillas.

7. Placa de 6.35 mm (1/4") de espesor para asiento del aislador

La placa de acero para asiento del aislador deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos indicados en la especificación 4.01.01.005.C relativa a acero estructural A-36.

8. Varilla corrugada de 9.53 mm (3/8" ∅) para anclaje de la placa de asiento del aislador. Deberá cumplir con los requisitos indicados en la especificación 4.01.01.005.A relativa a varillas de acero corrugadas y lisas para refuerzo de concreto.

001.D.04.c.02 Requisitos de las calzas

1. Curado. En condiciones normales, las calzas desmoldeadas deberán permanecer como mínimo 20 horas en el área de desmoldeo, antes de transportarlas a otro sitio. Durante las primeras ocho horas después de su fabricación, deberán mantenerse protegidas contra un secado demasiado rápido mediante cubiertas que las mantengan en estado húmedo. Después de las ocho horas iniciales y hasta los 14 o 28 días posteriores para su aceptación, deberán curarse periódicamente mediante riegos de agua.

2. Acabado

— Después del desmoldeo podrán tolerarse afinaciones en pequeñas áreas usando piezas de madera, previa autorización y supervisión del Representante de la dirección de la obra.

— Los huecos en que pasarán los tornillos para fijar la calza y el aislador a la losa de concreto deberán estar perfectamente limpios y exactamente ubicados y deberán verificarse, si es preciso, con una herramienta apropiada; se aceptará el uso de calibradores para esta verificación.

— Toda calza que presente defectos en su estructura después del desmoldeo, será demolida de inmediato. La placa de asiento y los armados podrán volver a utilizarse después de verificarse su estado y geometría.

— Todas las placas de asiento del aislador serán protegidas con pintura anticorrosiva en la cara de asiento del aislador y en las caras laterales, después de la fabricación de las calzas.

001.D.04.c.03 Dimensiones y tolerancias

1. Las calzas de concreto deberán ser intercambiables en la vía, lo que lleva a lograr tolerancias precisas y a efectuar verificaciones geométricas por medio de escantillones que serán suministrados por cuenta del proveedor; el diseño de dichos escantillones deberá someterse previamente a la aprobación del Representante para poder ser utilizados.

2. Las piezas terminadas deberán satisfacer, en el momento de su presentación para recepción, las dimensiones y tolerancias indicadas en las figs 001-47, 001-48, 001-49 y 001-50. No se aceptará ninguna pieza que exceda una tolerancia de 0.5 mm en la planitud de la placa de asiento.

001.D.04.c.04 Almacenamiento y manejo

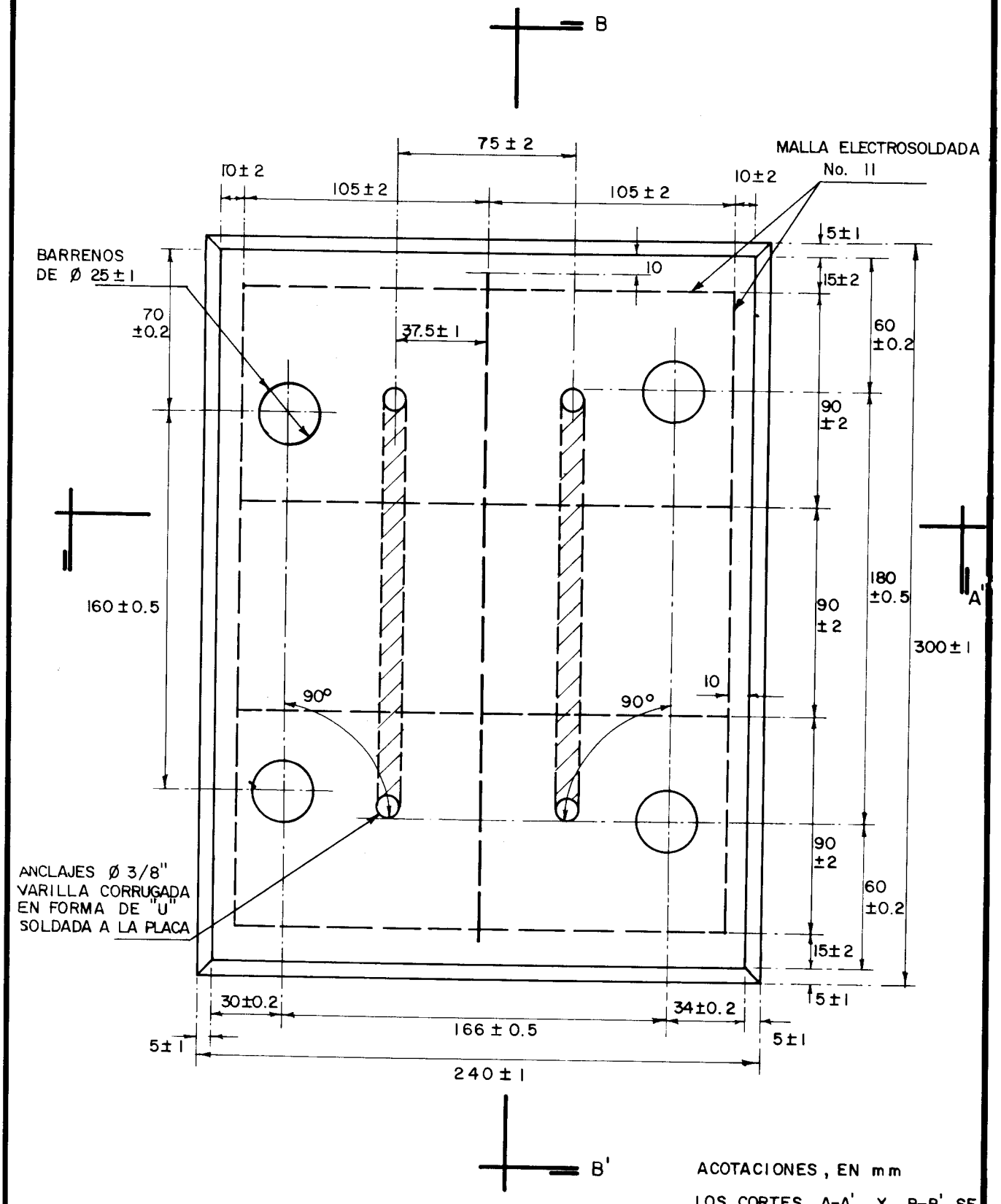
1. Las calzas serán almacenadas por lotes en un lugar de fácil acceso; cada lote deberá corresponder como máximo a la fabricación de una jornada en condiciones exactamente iguales. En cada lote se colocará un cartel de lámina o madera de modo que sea siempre visible; este cartel llevará el día de colado y el número correspondiente al lote.

2. Durante el almacenamiento se tomará de cada lote una calza por cada 100 o fracción de 100, para realizar en ellas la prueba de carga a 14 o 28 días como mínimo, según el tipo de cemento empleado, III o I.

Se comprobará que las indicaciones con pintura anotadas en las calzas de prueba, correspondan exactamente a las de las otras calzas del mismo lote.

3. Durante el periodo de fraguado total de las calzas, deberán extremarse las precauciones para evitar fisuramiento en el concreto.

4. Las calzas podrán sobreponerse hasta una altura máxima correspondiente a 30 calzas, asegurando la estabilidad de las pilas o camas formadas. Las calzas de camas adyacentes no deberán tocarse entre sí.

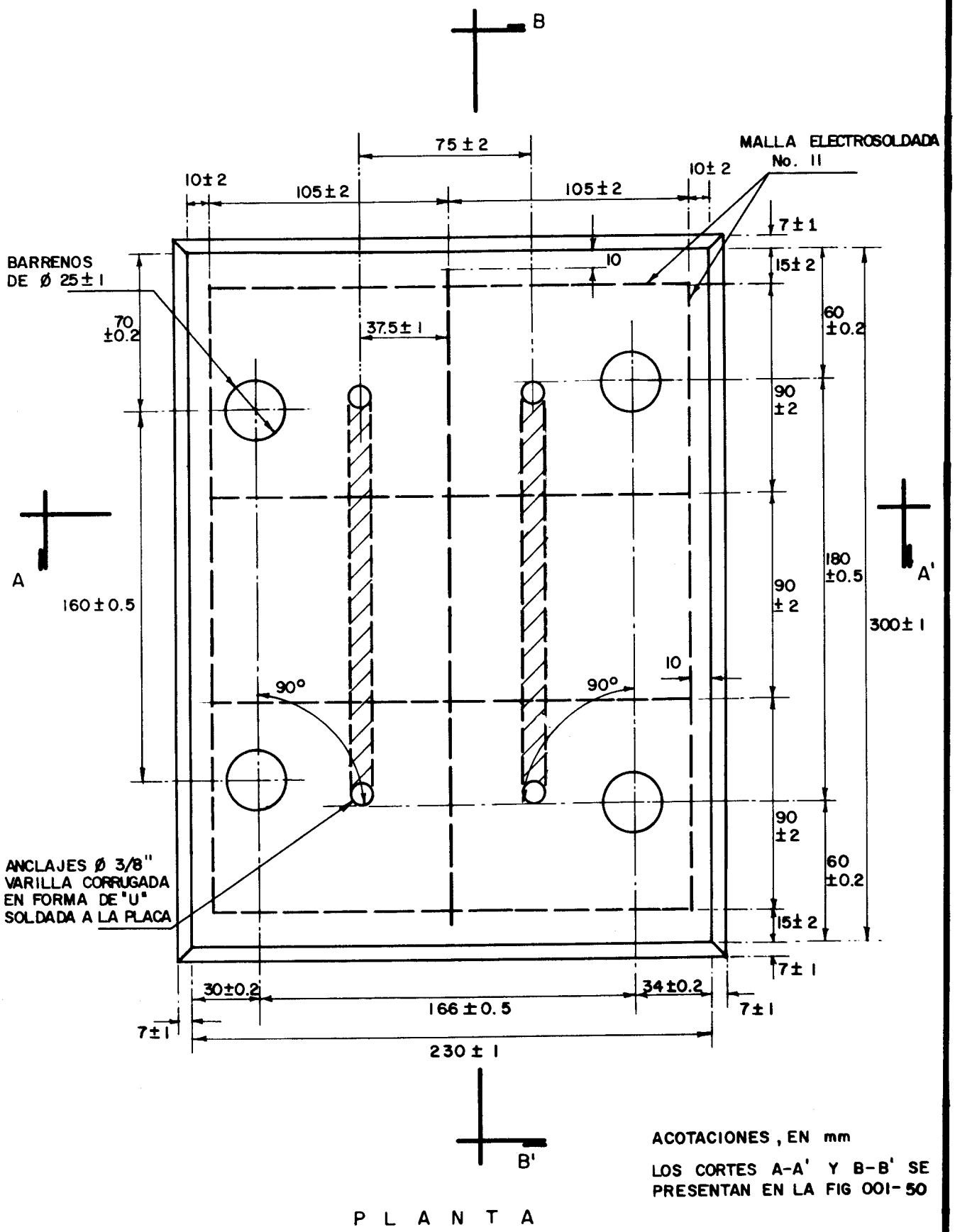


ACOTACIONES, EN mm

LOS CORTES A-A' Y B-B' SE PRESENTAN EN LA FIG 001-49

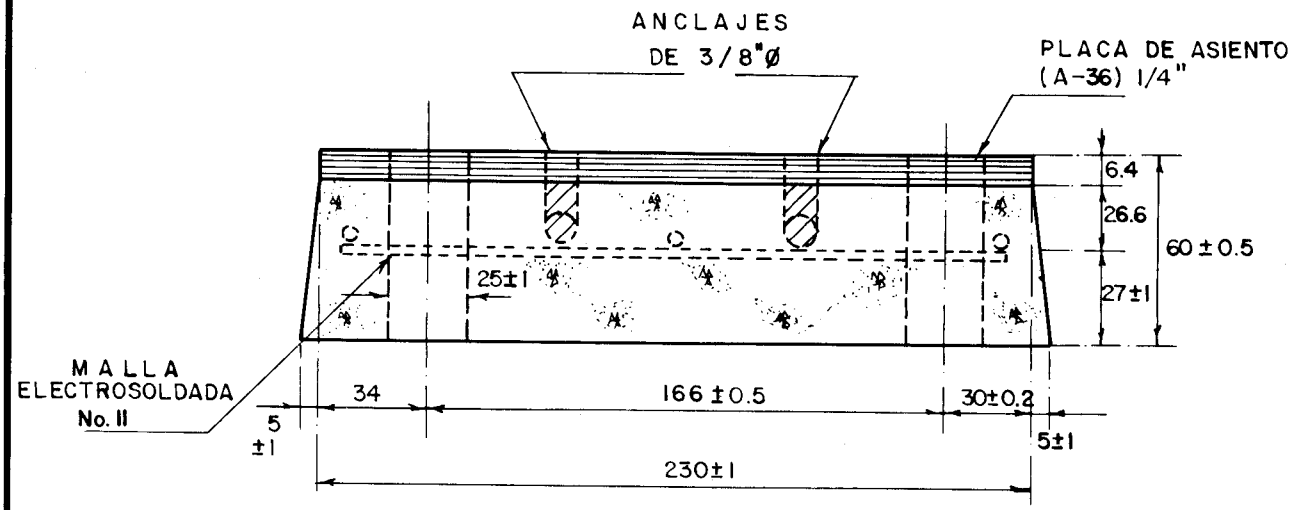
P L A N T A

Fig 001-47 Calza para vía normal

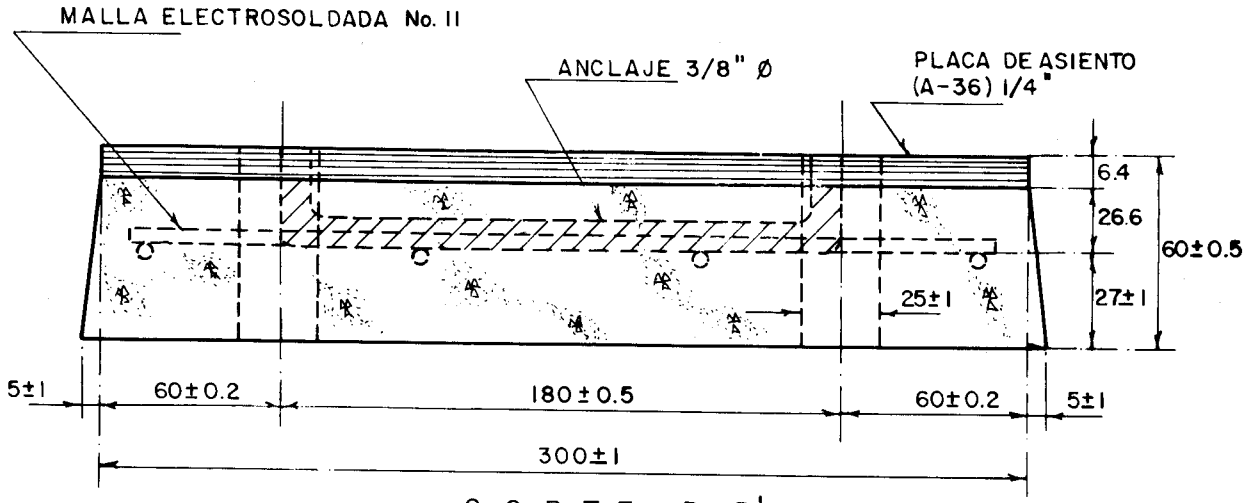


P L A N T A

Fig 001-48 Calza para zona de aparatos de vía



CORTE A-A'

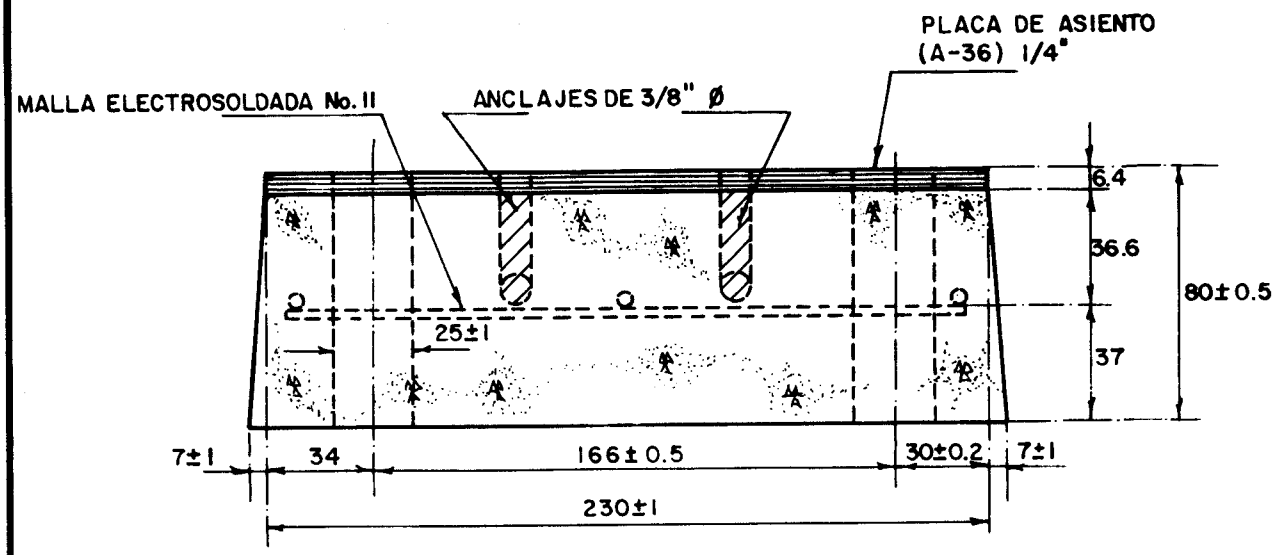


CORTE B-B'

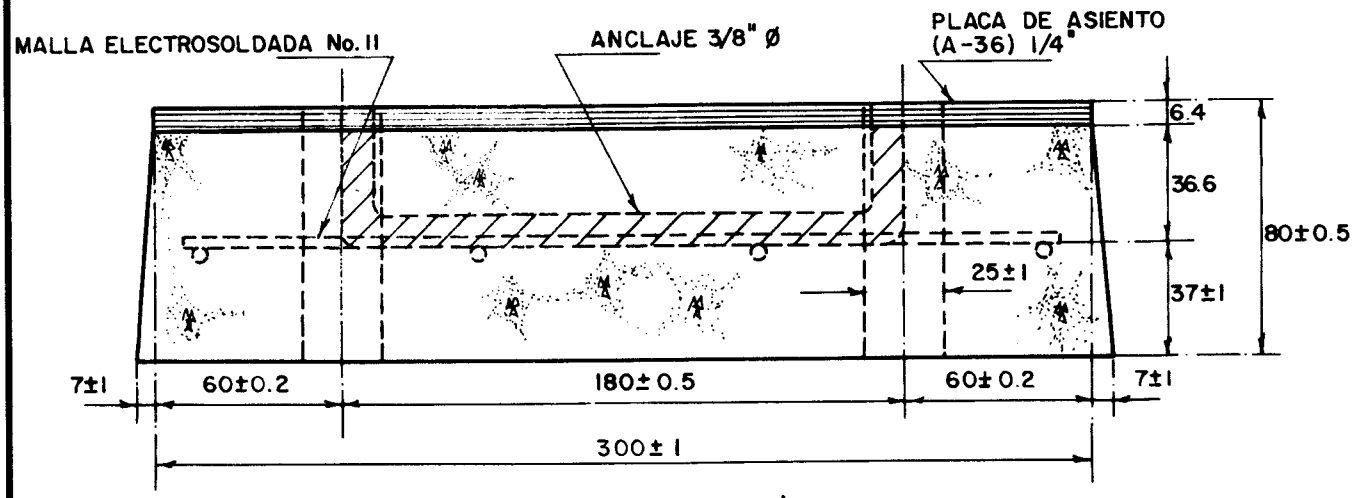
NOTAS

1. LA TOLERANCIA EN LA PLANITUD DE LA PLACA DE ASIENTO NO DEBERA EXCEDER DE 0.5 mm. SE MEDIRA CON UN CALIBRADOR Y UNA REGLA METALICA
2. EL CONCRETO SERA DE $f'_c = 200$ kg/cm^2.
3. ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-49 Calza para vía normal. Cortes transversales



C O R T E A - A'



C O R T E B-B'

NOTAS

1. LA TOLERANCIA EN LA PLANITUD DE LA PLACA DE ASIENTO NO DEBERA EXCEDER DE 0.5 mm. SE MEDIRA CON UN CALI_ BRADOR Y UNA REGLA METALICA
2. EL CONCRETO SERA DE $f'_c = 200\ kg/cm^2$
3. ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-50 Calza para zona de aparatos de vía. Cortes transversales

001.D.04.c.05 Identificación

Cada calza deberá llevar una marca con pintura indeleble en una de sus caras laterales con las indicaciones siguientes: marca del fabricante y fecha de fabricación.

001.D.04.c.06 Transporte

1. El transporte de las calzas se hará una vez que hayan tenido por lo menos 14 días de fraguado si fueron fabricadas con cemento tipo III y 28 días si fueron fabricadas con cemento tipo I.

2. Los embarques deberán comprender sólo aquellos lotes que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas de recepción. Se entenderá que un lote es el conjunto de calzas fabricadas en un día de trabajo.

3. El proveedor debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier daño o deterioro de las calzas durante su transporte; de lo contrario, deberá reemplazar a su cargo, todas aquellas calzas que al momento de la entrega presenten defectos tales que no podrían satisfacer las condiciones de recepción.

001.D.04.c.07 Recepción

1. La recepción será expedida después de las verificaciones siguientes:

   — Verificación en fábrica de que todas las piezas satisfagan los requisitos señalados en esta Especificación.

   — Verificación del aspecto después de la entrega en los talleres o almacenes indicados por el Representante.

   En caso de que las calzas presenten desportilladuras por manejo posterior a la fabricación, éstas sólo serán aceptables si no tienen una penetración en la calza, mayor de 1.5 cm y si además no queda visible la malla de refuerzo.

2. La recepción de las calzas aceptadas será notificada al proveedor mediante la entrega de un recibo emitido, fechado y firmado por el Representante, en el que se precisará el número de calzas recibidas.

001.D.04.c.08 Muestreo y pruebas

1. Muestreo. El muestreo de las calzas de concreto, por lote, se efectuará de acuerdo con los casos siguientes:

   — Se tomará para prueba de carga una calza por cada 100 o fracción. Si la calza probada resulta satisfactoria el lote se acepta.

   — Si la calza probada no satisface las condiciones de aceptación, se rechaza la calza y entonces deberán probarse cinco calzas adicionales tomadas del mismo lote.

   — En caso de que alguna de las pruebas realizadas en las cinco calzas adicionales no satisfaga las condiciones de aceptación, se tomarán 25 calzas más, por cada calza que haya fallado durante los ensayes adicionales; estas últimas deberán ser satisfactorias.

   — Para verificación del aspecto y dimensiones se tomarán las calzas que a juicio del Representante se requieran, según la uniformidad del lote.

2. Pruebas. Los métodos de prueba empleados en los materiales que intervienen en la fabricación de las calzas, se llevarán a cabo según lo indicado en las referencias de esta Especificación.

   Método de prueba de carga estática en las calzas. Las calzas fabricadas y muestreadas de acuerdo a 001.D.04.c.08(1), serán sometidas a la prueba de flexión que se indica en la fig 001-51 que se realizará a 14 o 28 días como mínimo, de acuerdo con el tipo de cemento, en presencia del Representante. Los equipos y el personal necesarios para estas pruebas serán proporcionados por el proveedor.

   — A la calza se aplicará carga gradualmente hasta 9.8 kN (1 t).

   — La observación de las fisuras se efectuará con una lupa de 2 a 3 aumentos.

   La frecuencia y ejecución para el control de producción de las calzas de concreto se efectuará de acuerdo con la tabla 001-16.

001.D.04.c.09 Bases de aceptación

Las calzas en la planta se aceptarán si al ser probadas de acuerdo con 001.D.04.c.08(2), no aparece ninguna fisura.

La fisura para rechazo se considerará de la siguiente forma:

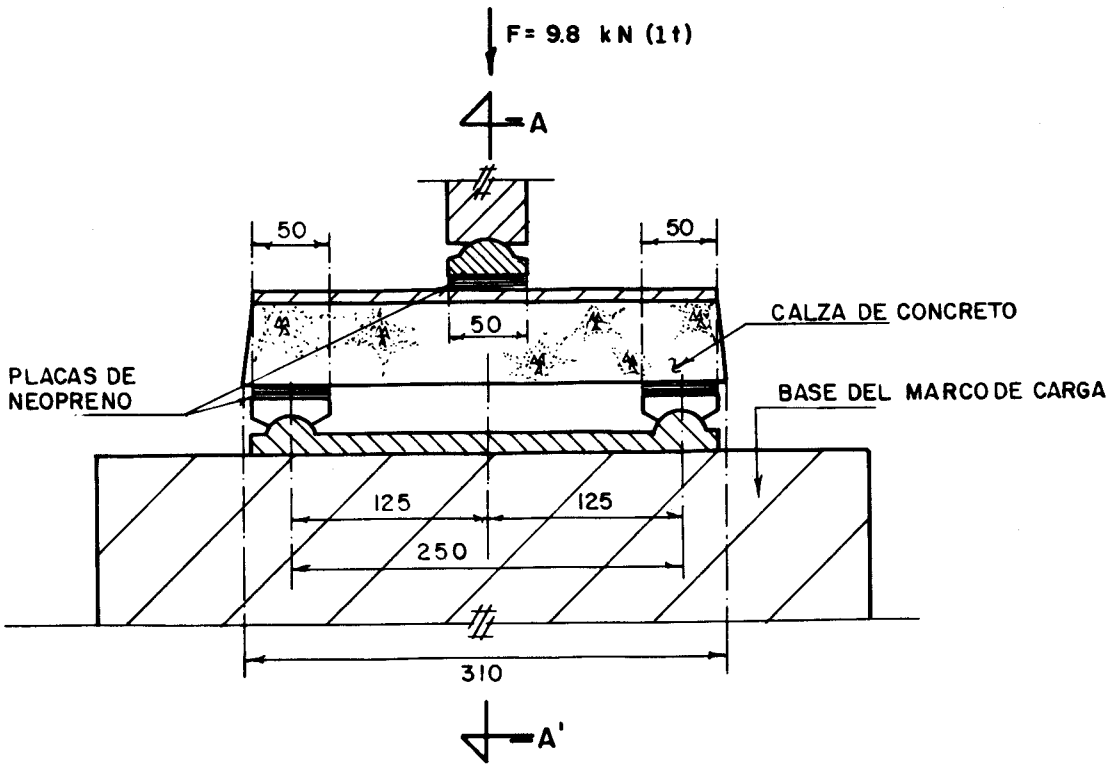
— Cuando aparezca de un solo lado de la calza una fisura con longitud menor o igual a 20 mm no se tomará como de rechazo; sin embargo, si aparece al menos una fisura de cada lado de la calza, independientemente de la longitud de éstas, se considerará entonces que la calza ya está fisurada y será rechazada.

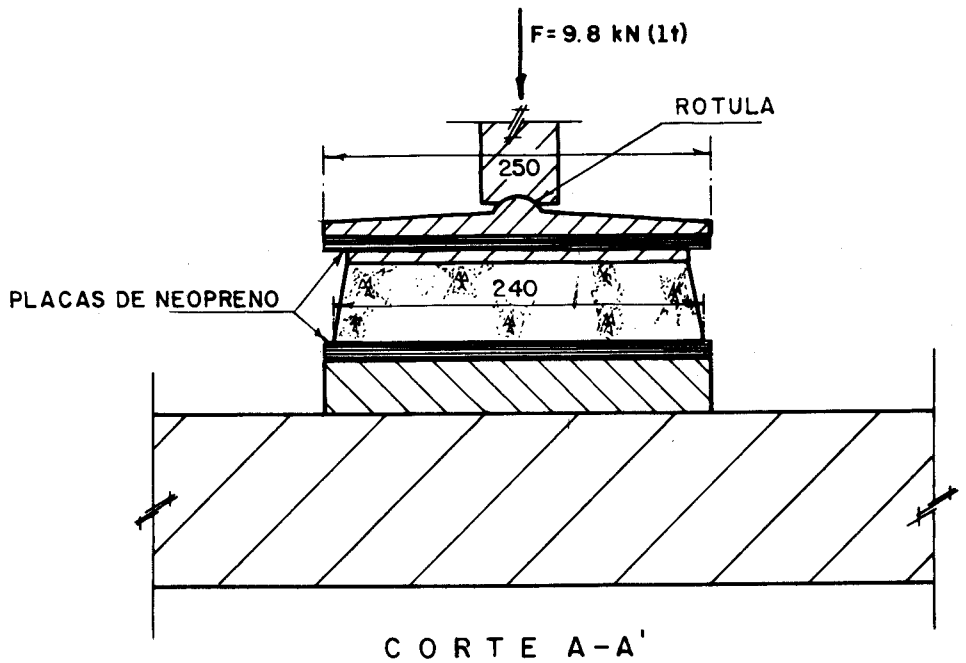
001.D.04.c.10 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente de las calzas estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.04.c.11 Garantía

El proveedor garantizará el buen comportamiento de las calzas en la vía, durante un año de operación o un máximo de dos años después de la última entrega contra cualquier defecto no detectado durante su fabricación que pudiera manifestarse como consecuencia de los esfuerzos debidos a las cargas actuantes.





CORTE A-A'

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-51 Prueba de flexión

Tabla 001-16. Ensayes y frecuencia de ejecución para el control de producción de calzas de concreto

Materiales	Propiedades a determinar	Frecuencia
Acero de refuerzo	Físicas y químicas	3 ensayes por c/10 t o fracción
Placa de asiento	Químicas y físicas	3 ensayes por cada 10 t o fracción
Cemento	Químicas y físicas	1 ensaye de la 1a. entrega y uno por mes posteriormente, para cada marca
Agua	Físicas	1 al inicio y 1 al mes para cada fuente
Agregados	Físicas	1 ensaye completo por semana y por banco
Certificación de dosificación del concreto	Resistencias: f'c Módulo de ruptura (MR)	Diario 1 serie por cada 500 calzas, o fracción
	Verificación de cada calza: — Aspecto exterior — Cotas y tolerancias	Diario, en el número que indique el Representante
	Pruebas de flexión no destructivas en las calzas hasta 1 t	Una por lotes de 100 o fracción
	Prueba de flexión a la falla	1 de cada 1000 calzas

001.D.05 PIEZAS PARA FIJACION DE AISLADORES EN DURMIENTES DE MADERA

001.D.05.a DESCRIPCION

Son elementos denominados zoclos, candeleros, pernos y candados, fabricados a partir de placas, barras y tubo mecánico de acero de diferentes tipos, que se utilizan para realizar la fijación de los aisladores en los durmientes de madera.

La fijación de los aisladores sobre los durmientes requiere en parte, de la utilización de las piezas que se indican a continuación:

— Un zoclo con bridas laterales y dos tuercas hexagonales de 22 mm de diámetro y paso de 2.5 mm, soldadas al zoclo en tres de sus caras.

— Una pieza de anclaje empotrada en la parte inferior del durmiente, denominada candelero.

— Un perno transversal de 25.3 mm de diámetro.

— Un tornillo hexagonal de 24 mm de diámetro y 150 mm de longitud.

— Dos candados maquinados para el ensamble del zoclo.

— Cuatro clavos para madera dura para la sujeción del candelero.

001.D.05.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Radiografías de soldaduras	DDF 4.15
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Acero estructural	NOM B-254
Composición química de aceros al carbón	NOM B-324

001.D.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.05.c.01 Materiales

Los materiales que deberán utilizarse en las diferentes piezas son los siguientes:

1. Zoclo. Placa estructural y barra de acero rolada en frío.

2. Candelero. Placa estructural y tubo mecánico rolado en frío.

3. Pernos. Barra rolada en frío.

4. Candados. Placa estructural.

5. Tornillo. Tornillo y tuercas de acero para vía.

6. Clavos. Para madera dura.

001.D.05.c.02 Químicos. Serán los indicados a continuación:

Requisito	Acero estructural %	Acero rolado en frío %
Carbono	0.25 máx.	0.15 a 0.20
Fósforo	0.04 máx.	0.04 máx.
Azufre	0.05 máx.	0.05 máx.
Manganeso		0.60 a 0.90

001.D.05.c.03 Físicos. Serán los siguientes:

Requisito	Acero estructural	Acero rolado en frío
Resistencia a la tensión	40.0 a 55.2 daN/mm² (4080 a 5630 kg/cm²)	44.1 daN/mm² (4500 kg/cm²)
Alargamiento	* 23% mín.	* 15% mín.

* Determinada en probetas de 50 mm de longitud calibrada

001.D.05.c.04 Dimensiones y tolerancias. La forma, dimensiones y tolerancias de las piezas serán definidas por los planos correspondientes aprobados por el Representante.

001.D.05.c.05 Acabados

1. Parte roscada. Los fileteados de las tuercas y partes roscadas del candelero y del zoclo se definen en la especificación 4.02.01.001.D.10. Las crestas de las cuerdas deberán ser redondas, evitando las crestas cuadradas y cuerdas desgarradas.

2. Partes cortadas con soplete. Se admitirá en los atiesadores laterales del zoclo un corte a soplete con pantógrafo, que tenga acabado aceptable, pero para garantizar el ensamble deberá maquinarse la zona de ajuste del candado. Los candados podrán obtenerse por soplete, pero deberán evitarse marcas profundas provocadas por el oxicorte, debiendo maquinarse las zonas de ajuste con el zoclo.

3. Partes unidas por soldadura. Las partes unidas por soldadura deberán cumplir con las dimensiones especificadas en los planos.

   Las uniones deberán efectuarse por soldadura de arco eléctrico de electrodo metálico, de acuerdo a la práctica estructural de las especificaciones de las Referencias. Los cordones de soldadura deberán ser continuos, evitando remates discontinuos, poros, sobrecalentamientos, etcétera.

001.D.05.c.06 Protección anticorrosiva

Una vez armados completamente el zoclo y candelero, deberán ser cubiertos con una capa de pintura anticorrosiva. Las partes que queden al descubierto y sean roscadas se deberán limpiar y proteger con grasa, antes de la aplicación de la pintura.

001.D.05.c.07 Recepción

1. El Representante se reservará el derecho de seguir en cualquier momento el proceso de fabricación de las piezas objeto de la presente especificación.

2. El proveedor deberá proporcionar un certificado de calidad de los materiales que se utilicen por cada lote y deberá cubrir los siguientes aspectos: composición química, resistencia a la tensión y alargamiento.

3. El Representante podrá efectuar, si lo estima conveniente, las pruebas necesarias para ratificar los certificados de calidad de los materiales, en cuyo caso el proveedor deberá absorber los gastos que se originen. Para verificar la composición química se tomará la norma NOM B-1 y la resistencia a la tensión y alargamiento será de acuerdo a la norma NOM B-117.

4. El Representante supervisará las partes soldadas de acuerdo a la práctica estructural indicada en las referencias.

001.D.05.c.08 Identificación

Todas las piezas deberán marcarse con el año de la fabricación (dos últimas cifras) y el nombre del proveedor, con marcas de golpe en dimensiones no menores de 12.5 mm de alto. El zoclo deberá marcarse en la parte exterior de las bridas; el candelero se marcará en la cara inferior de la placa.

001.D.05.c.09 Muestreo

Las piezas se recibirán por lotes, para verificar las características y las dimensiones y tolerancias indicadas en los planos y se muestrearán al azar en la siguiente forma:

Lote	No. de piezas de muestreo	Criterio de rechazo
100 a 500	10	1
501 a 1000	20	2
1001 a 5000	100	10
5001 a 10 000	200	20

001.D.05.c.10 Embalaje

Para la entrega y después de la recepción en fábrica, el proveedor deberá suministrar las piezas protegidas contra la intemperie y deberán empacarse en cajas de madera con 200 piezas.

001.D.05.c.11 Garantía

El fabricante garantizará sus productos durante un año, contado a partir de la fecha de fabricación, con-

tra defectos no detectados durante la recepción en fábrica. De presentarse una reclamación de esta naturaleza, el proveedor enviará a un delegado para verificar la validez de la reclamación, obligándose a reponer las piezas que resulten defectuosas, sin costo alguno para el Representante.

001.D.05.c.12 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse, estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.06 TIRAFONDOS PARA DURMIENTES DE MADERA

001.D.06.a DESCRIPCION

Son elementos fabricados en acero en forma de tornillo, los cuales se utilizan para efectuar la fijación de pistas, rieles y aparatos de vía sobre los durmientes de madera. El cuerpo de los tirafondos está constituido por dos partes; la cabeza en uno de los extremos con la que se aprisionan los perfiles, y el vástago fileteado con el que se realiza la sujeción dentro de los durmientes.

001.D.06.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para doblado de acero	NOM B-113
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117

001.D.06.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.06.c.01 Requisitos físicos para la materia prima y producto terminado

— Resistencia a la tracción (R):	55.0 daN/mm² (5610 kg/cm²) $\leq R \leq$ 64.0 daN/mm² (6530 kg/cm²)
— Alargamiento:	$A \geq 18\%$
— Doblado: 90°	No deberán presentarse fisuras, grietas, dobleces ni cualquier otro tipo de defectos.

001.D.06.c.02 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias serán las indicadas en las figs 001-52 y 001-53.

001.D.06.c.03 Material

El acero a utilizar para la fabricación se elaborará por uno de los siguientes procedimientos: Thomas, Bessemer, Siemens-Martin (básico) Siemens-Martin (ácido), eléctrico o soplado con oxígeno.

001.D.06.c.04 Escantillones

1. Antes de iniciar la fabricación, el proveedor deberá someter a la aprobación del Representante dos series de escantillones para mínimos y máximos, machos y hembras.

2. Si son reconocidos exactos, estos escantillones serán marcados con números y/o letras de golpe y una serie de éstos se regresará al proveedor quien podrá utilizarlos para el control de los calibradores necesarios para la fabricación. La segunda serie de escantillones se queda para uso del Representante. Sólo los escantillones marcados por el Representante serán válidos para las recepciones.

001.D.06.c.05 Fabricación

1. La cabeza de los tirafondos se obtendrá por forja en caliente. Sin embargo, el Representante podrá después de realizar: un programa de pruebas comparativas de forjado, exámenes metalúrgicos y controles dimensionales, autorizar los procedimientos de forjado en frío que conduzcan a la obtención de piezas con un nivel de calidad al menos igual que el obtenido por forjado en caliente.

2. El fileteado de los tirafondos es realizado en caliente.

3. No se exige la operación de achaflanado de los extremos del vástago siempre que el extremo roscado sea neto, esté exento de rebabas o de raspaduras en el metal.

4. Los tirafondos no son templados.

5. Protección superficial de tirafondos

   — Protección superficial de los tirafondos de fabricación extranjera. Los tirafondos serán cubiertos con alquitrán en caliente, para lo cual serán sumergidos durante algunos segundos en un baño compuesto de una mezcla de 7/8 en volumen de alquitrán y de 1/8 de esencia de trementina que se encuentre a 353 K (80°C); posteriormente serán escurridos y secados al aire.

   — Protección superficial de los tirafondos de fabricación nacional. Estos tirafondos deberán ser cubiertos en frío con una pintura de base asfáltica, que tenga las siguientes características:

      — Esmalte negro para usarse con solvente o gasolina en proporción de 30 a 40%.

      — Viscosidad Brookfield a 298 K (25°C): de 800 a 1000 centipoises.

      — Gravedad específica: de 0.850 a 0.860 kg/litro.

      — Porcentaje de sólidos: 50 ± 1.

      — Cubrimiento: 10 m²/litro.

      — Brillo: 60.

      — Secado al aire: 2 horas.

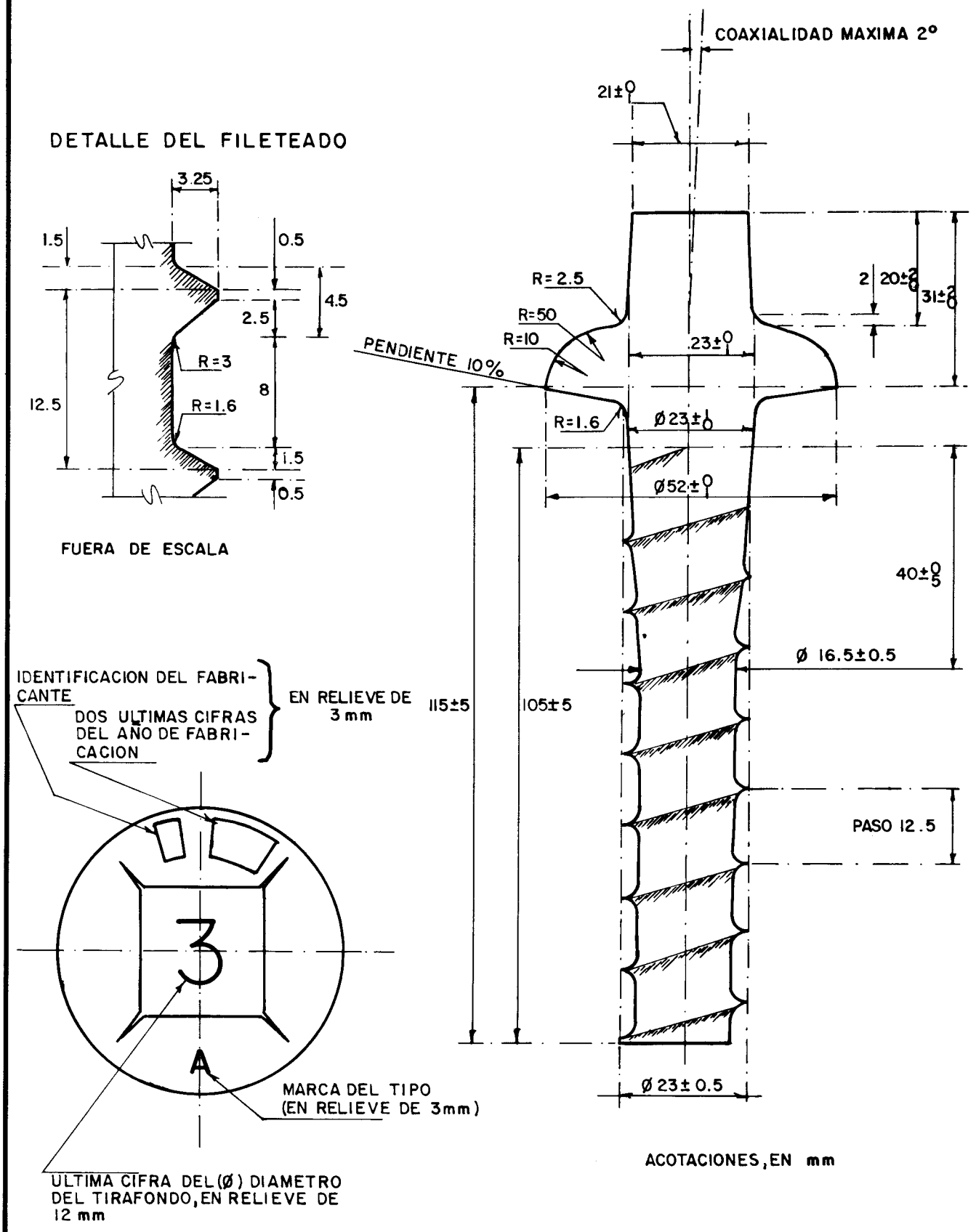


Fig 001-52 Tirafondo A

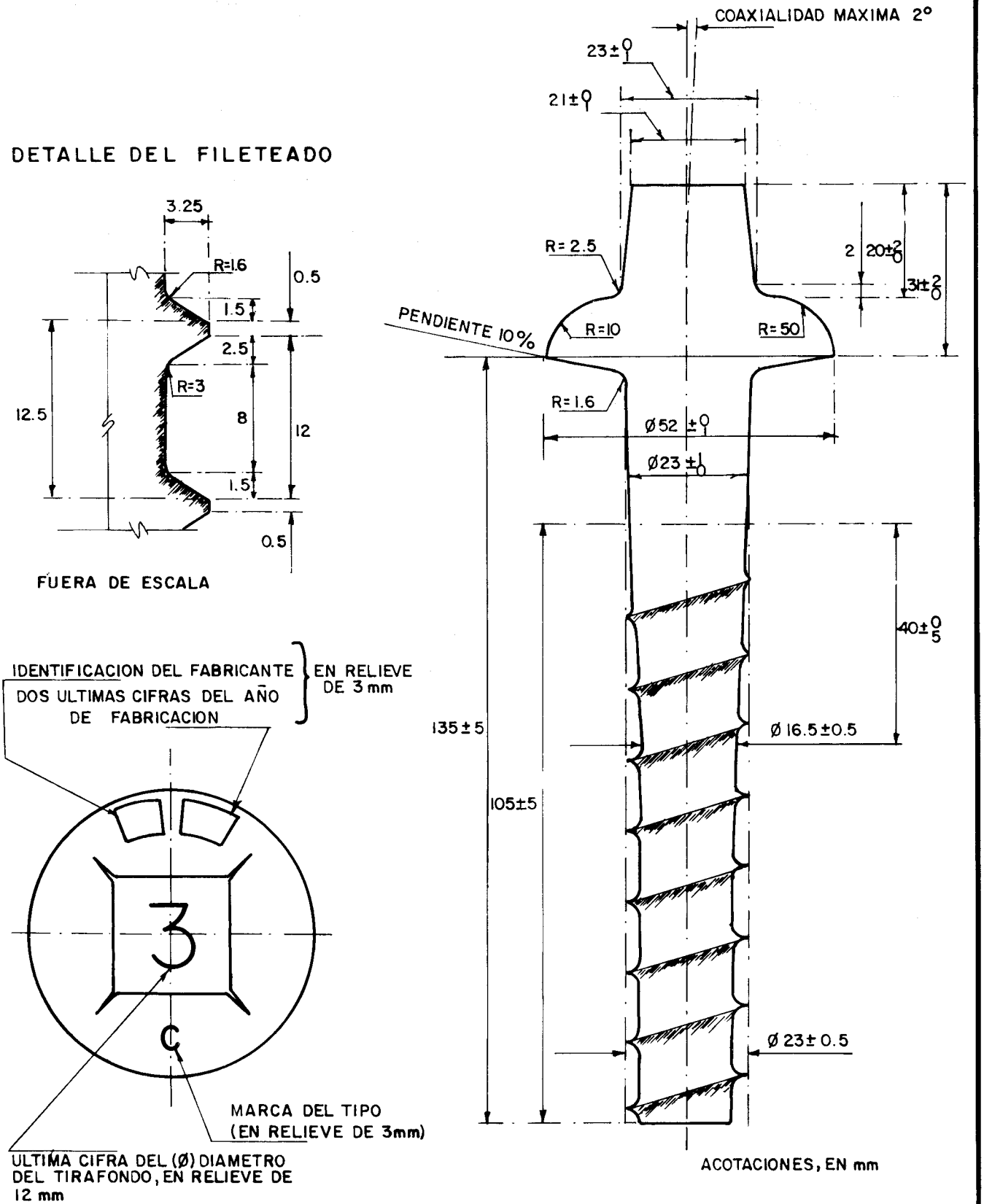


Fig 001-53 Tirafondo C

6. Marcas

— Para el caso de fabricación extranjera: los tirafondos llevarán en relieve sobre el cuadro de la cabeza, las marcas siguientes en caracteres de 3 mm de altura:

La marca del proveedor.

Las dos últimas cifras del año de fabricación.

El signo de identificación.

— Para el caso de fabricación nacional se harán las mismas marcas, pero los caracteres podrán ser de 6 mm de altura.

7. Acabados

— Las cabezas de los tirafondos deberán ser perfectamente concéntricas respecto a los vástagos; no deberán presentar ningún doblez de metal, particularmente en su punto de unión con el vástago, deberán estar libres de rebabas para que no tengan ninguna aspereza en las caras de apriete; al eliminar la rebaba no se deberá provocar ningún desgarramiento de metal.

— Las roscas deberán ser sin defectos, uniformes y llenas. No se aceptarán los tirafondos cuyo fileteado sea demasiado corto, el paso inexacto, las roscas desgranadas, los vástagos curvos, cónicos o de sección oval, así como los tirafondos cuyos vástagos presenten un hueco central.

001.D.06.c.06. Empaque

1. Tirafondos de fabricación extranjera. Los tirafondos deberán ser entregados en empaques sólidos como barriles, cajas de madera o toneles metálicos, con un peso menor de 200 kg. Deberán ser protegidos contra la intemperie y golpes durante el transporte. El empaque no será pagado ni regresado al proveedor; pasará a ser propiedad del Representante. Cada empaque tendrá una etiqueta sólidamente adherida que indique de manera legible e indeleble lo siguiente:

— Nombre o marca del proveedor.

— Número de pedido.

— Descripción del contenido.

— Peso total y número de piezas.

2. Tirafondos de fabricación nacional

Los tirafondos podrán empacarse en sacos de yute conteniendo cada uno 200 piezas. El empaque no será pagado ni regresado al proveedor y pasará a ser propiedad del Representante. Cada empaque deberá llevar una etiqueta sólidamente adherida que indique los mismos datos mencionados en el párrafo anterior incluyendo además la firma o sello del Representante.

001.D.06.c.07 Condiciones de recepción

1. Supervisión

El Representante tendrá libre acceso durante las horas de trabajo a las secciones de la fábrica donde se produzcan las piezas. Podrá proceder a todas las verificaciones que juzgue necesarias para cerciorarse de que las condiciones de fabricación sean estrictamente cumplidas.

— Las fábricas productoras de acero y el proveedor deberán estar en posibilidades de efectuar todas las pruebas prescritas.

— La preparación de las muestras y los ensayes son a cargo del proveedor quien pondrá el personal y los equipos necesarios a disposición del Representante. Las piezas o las materias primas sometidas a las pruebas o controles no serán facturadas al Representante con excepción de las piezas sometidas al control dimensional y reconocidas como buenas durante este control.

2. Almacenamiento. Los tirafondos deberán ser agrupados en lotes. Un lote no deberá ser inferior a 2000 piezas ni superior a 100 000 piezas.

3. Muestreo

— Probetas para ensayes sobre la materia prima. Las barras serán sometidas a una serie de pruebas de tensión y de doblado por lote de 5000 kg o fracción.

— Las barras escogidas para los ensayes serán cortadas y marcadas según las indicaciones del Representante.

— El corte y el acabado deberán hacerse invariablemente en frío, sin ninguna operación de martilleo, de deformación en frío, de templado o de recocido.

— Las probetas deberán conservar intacta la marca del Representante.

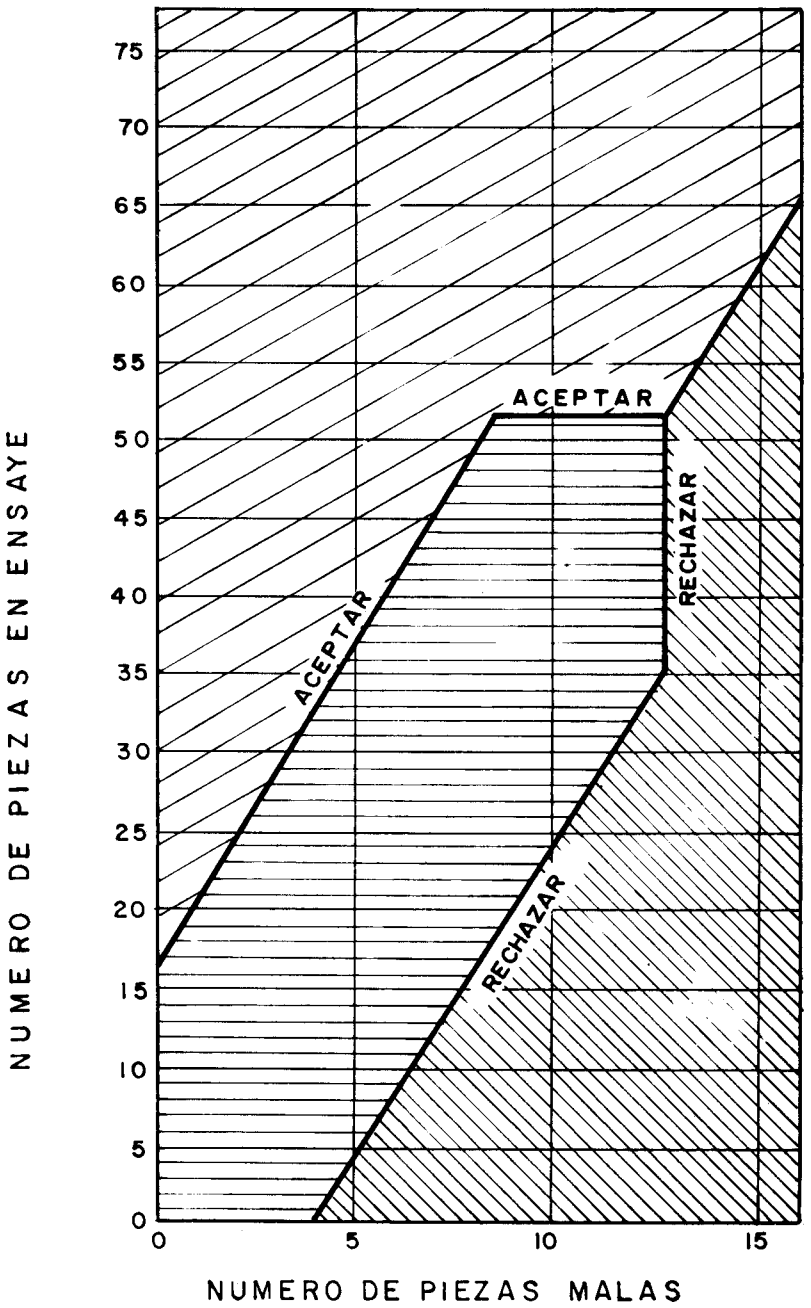
— El Representante aceptará un certificado de laminación por colada con acta de ensaye mencionando las características a la tensión. A falta de la presentación de estos documentos, las barras serán recibidas en la planta del proveedor de los tirafondos. Las barras serán sometidas a las pruebas de tensión y de doblado a razón de una serie de ensayes de tensión y de doblado por cada lote de 5000 kg o fracción.

4. Muestreo de piezas terminadas

— Se realizará de acuerdo con los procedimientos del plan progresivo de los diagramas de Wald, figs 001-54 a 001-57.

— Las piezas terminadas y destinadas a ser sometidas a los ensayes serán marcadas por el agente recepcionista y deberán conservar intactas estas marcas hasta el fin de las operaciones de recepción.

LOTES DE 2000 A 20 000 PIEZAS



PROVEEDOR : _____

_____

TIPO DE TIRAFONDOS : _____

CONTROL DE CALIDAD
ENSAYE DE :

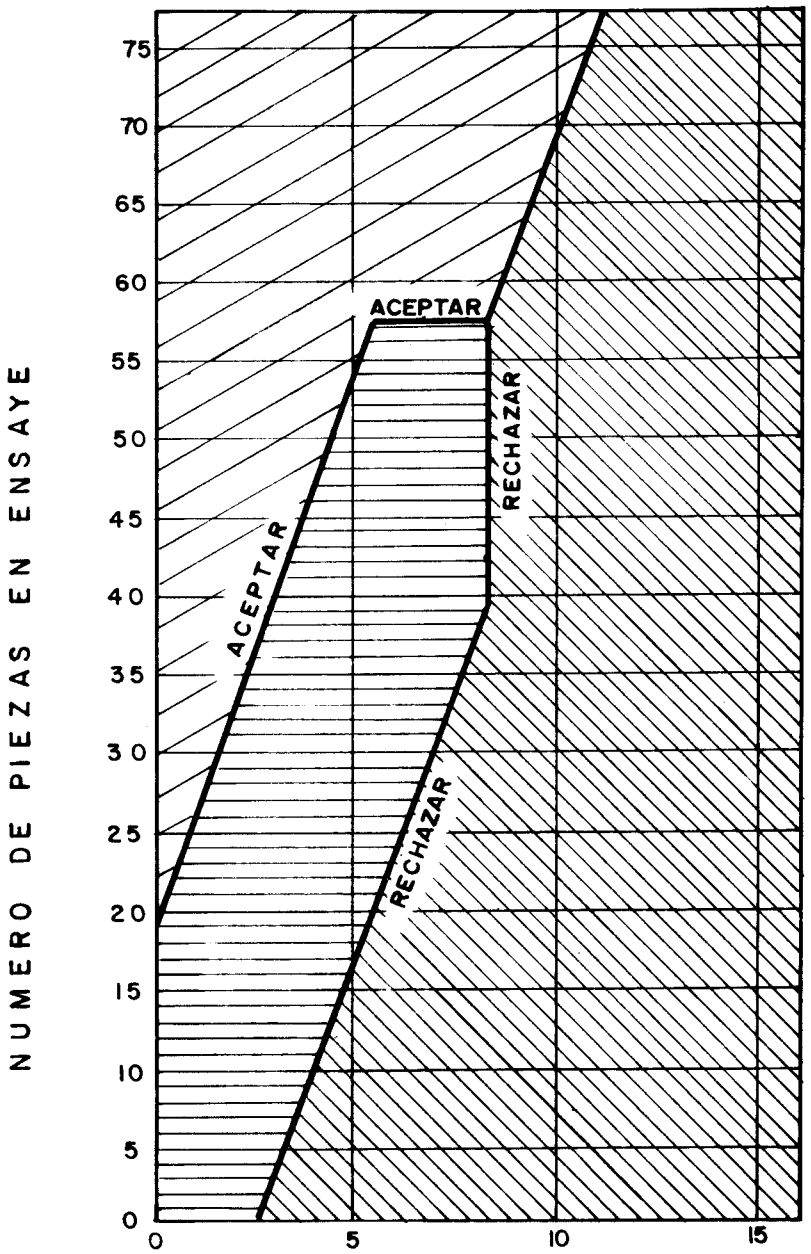
TENSION : _____

DOBLADO : _____

INMERSION : _____

Fig 001-54 Diagrama de Wald. Ensayes sobre piezas terminadas

LOTES DE 20000 A 100 000 PIEZAS



PROVEEDOR : _____

TIPO DE TIRAFONDOS : ____

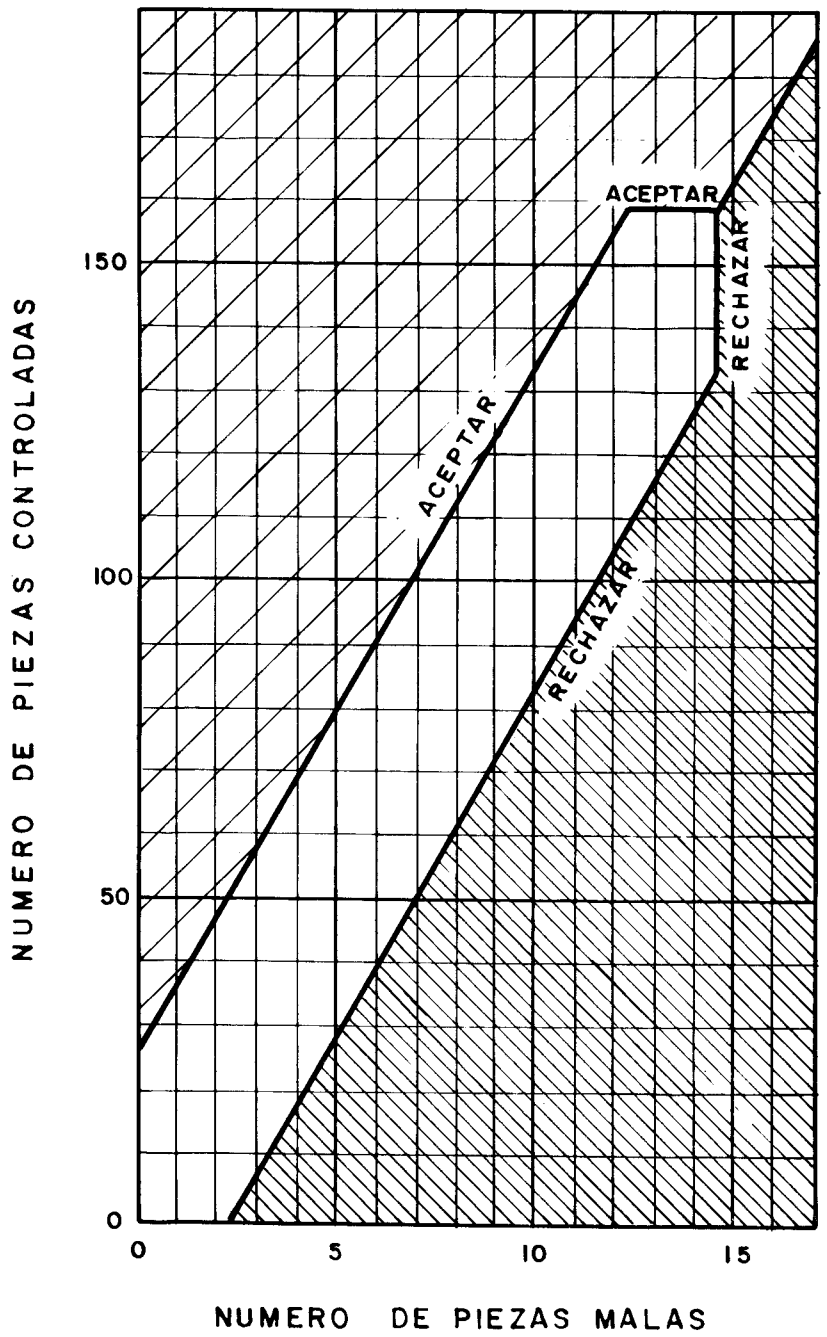
CONTROL DE CALIDAD
ENSAYE DE:

TENSION: _____

DOBLADO: _____

INMERSION: _____

Fig 001 - 55 Diagrama de Wald. Ensayes sobre piezas terminadas



PROVEEDOR: _____

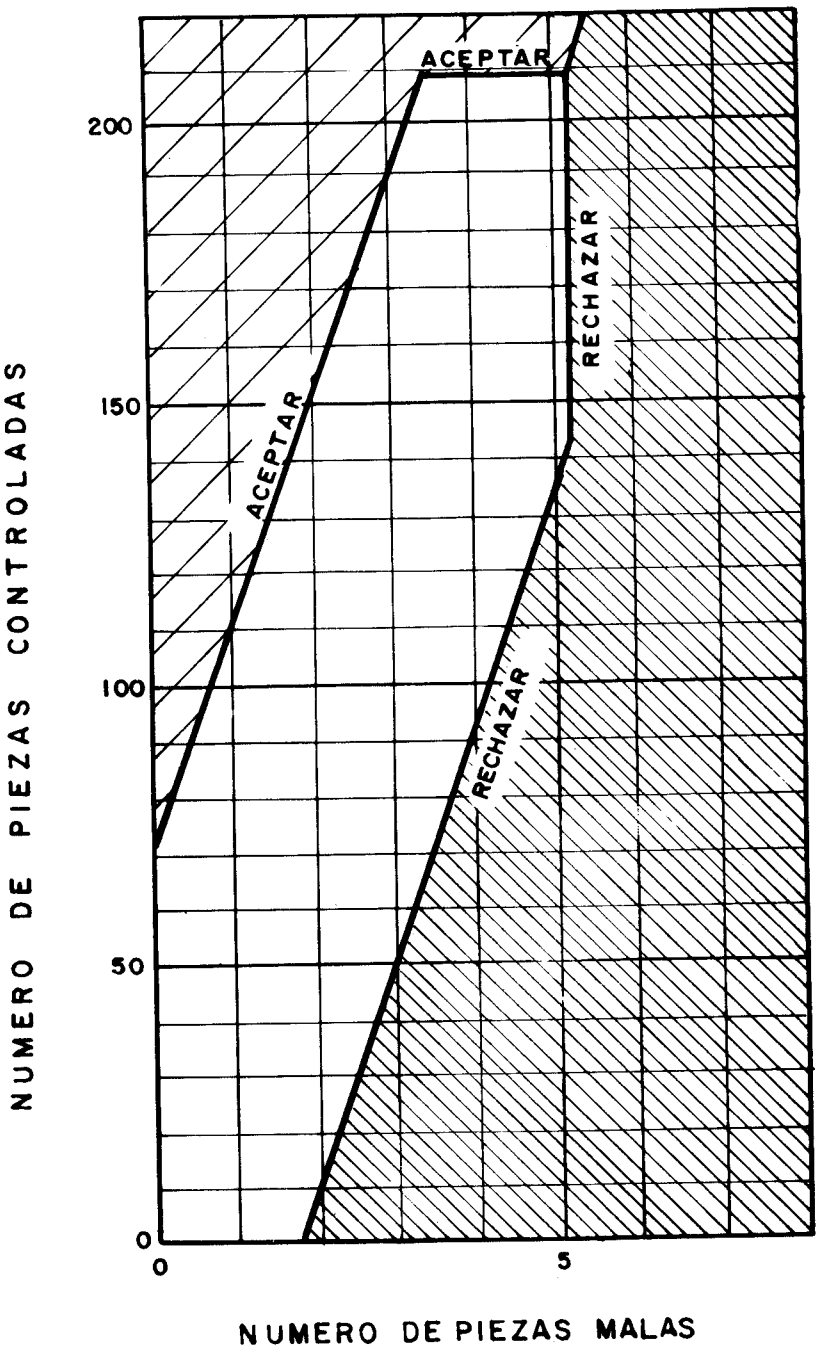
_____

TIPO DE TIRAFONDOS: _____

CONTROL DIMENSIONAL Y DE ACABADO: _____

_____

Fig 001-56 Diagrama de Wald. Control dimensional y de acabado



PROVEEDOR: _____

_____

TIPO DE TIRAFONDOS: _____

CONTROL DIMENSIONAL Y DE ACABADO: _____

_____

Fig 001-57 Diagrama de Wald, después de selección. Control dimensional y de acabado

001.D.06.c.08 Pruebas

1. Pruebas sobre la materia prima. Las pruebas de tensión y doblado serán realizadas como lo indican las normas de referencia.

   Si en un lote, la única pieza escogida para realizar una prueba determinada no satisface las condiciones impuestas, se podrán realizar si así lo solicita el proveedor, dos pruebas adicionales de la misma naturaleza. Si una de estas pruebas adicionales no es satisfactoria el lote correspondiente será rechazado.

2. Pruebas sobre piezas terminadas

   — Pruebas de tensión. El tirafondo se tomará por ambas partes en las sujeciones de una máquina de tensión y será sometido a tensión hasta la ruptura. Las sujeciones serán preparadas especialmente para este ensaye y ejecutarán el centrado de la carga con relación a la pieza sometida a prueba. En ningún caso, la ruptura deberá producirse en la unión del cuerpo del tirafondo con la cabeza.

   El esfuerzo que determine la ruptura se relacionará a la sección inicial del cuerpo o la sección medida en el fondo de la cuerda (según que la ruptura se haya producido en la parte lisa o en la parte roscada), y deberá cumplir con lo indicado en 001.D.06.c.01.

   La sección de ruptura no deberá presentar ningún indicio de segregación.

   — Prueba de doblado

   La prueba de doblado se efectuará utilizando un mandril cuyo diámetro sea igual a dos veces el diámetro nominal del tirafondo, hasta lograr un ángulo de 90°, y deberá cumplir con lo indicado en 001.D.06.c.01.

3. Control dimensional. Todo tirafondo del cual al menos una cota controlada se sitúe fuera de las tolerancias o que no satisfaga el acabado precisado en 001.D.06.c.02, será considerado como malo en el curso del control. El control dimensional se efectuará según el plan progresivo de Wald (fig 001-55). En caso de rechazo, el proveedor tiene la facultad de seleccionar a su cargo, las piezas del lote incriminado y volver a presentar el lote en recepción.

   Durante esta segunda presentación, el control se efectúa según el esquema progresivo de Wald (fig 001-56).

001.D.06.c.09 Garantía

El proveedor garantizará las piezas durante dos años a partir de la fecha de puesta en servicio en las vías. Ningún recurso podrá ejercerse durante más de cuatro años a partir de la fecha de fabricación de las piezas. Ni la supervisión del Representante, ni los ensayes efectuados durante la recepción, disminuyen en algo la responsabilidad del proveedor. Toda pieza que, durante el plazo de garantía se deteriore por cualquier otra causa diferente al desgaste normal o en la cual se constaten defectos no descubiertos durante la recepción en la fábrica, dará lugar a la reposición gratuita de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza defectuosa se regresará, con los gastos de transporte a su cargo.

001.D.06.c.10 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra toda reclamación a este respecto.

001.D.07 PERNOS TIRAFONDO PARA DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.07.a DESCRIPCION

Son los elementos para la fijación de las pistas y rieles en los durmientes de concreto; están fabricados en acero por medio de forja en caliente o en frío. El cuerpo de estos elementos está constituido por un perno en uno de sus extremos (en el cual se colocan las tuercas que aprisionan los perfiles y los accesorios de vía) y por el tirafondo (con el que se efectúa el anclaje en los durmientes de concreto).

Los pernos tirafondo descritos por la presente especificación son de una sola categoría.

001.D.07.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para doblado de acero	NOM B-113
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117

001.D.07.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.07.c.01 Requisitos físicos

Aspecto. Los cuerpos tirafondo y sus tuercas deberán presentar superficies lisas y exentas de defectos como dobleces de metal, rebabas de recorte o de maquinado, faltas de material o aumento de espesor local.

Los pasos de los tirafondos deberán ser bien formados, uniformes y llenos.

001.D.07.c.02 Requisitos mecánicos

— Resistencia a la tracción: 48.0 daN/mm² (4900 kg/cm²) (NOM B-117).

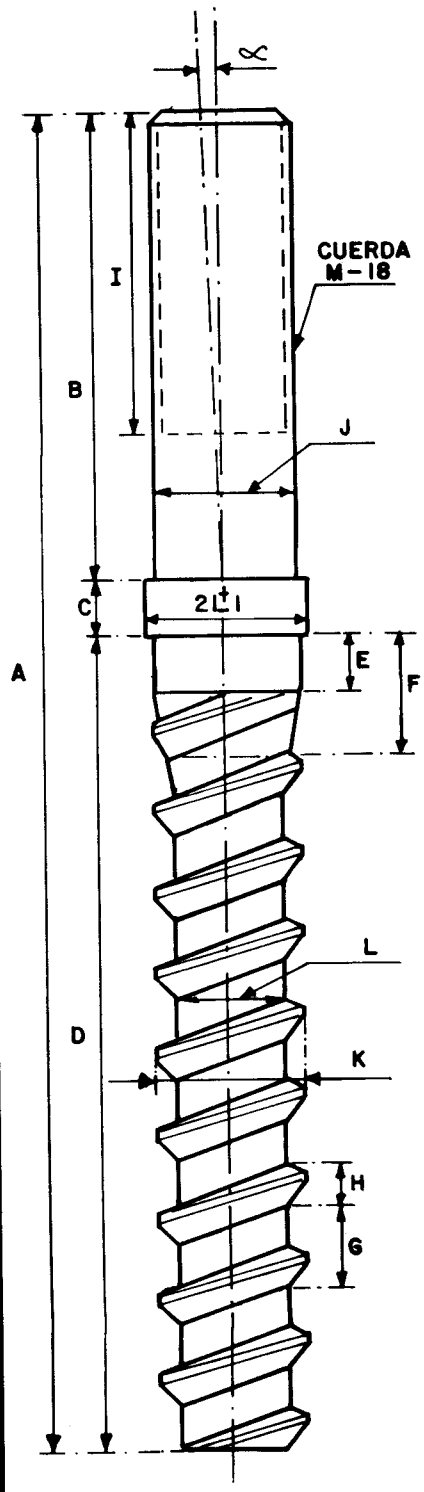
— Doblado: Deberá soportar un doblado de 30° y llevarse a su posición inicial sin que se produzcan rupturas, grietas o principio de grietas (NOM B-113).

001.D.07.c.03 Dimensiones y tolerancias geométricas

Se indican en la fig 001-58.

001.D.07.c.04 Fabricación

1. Los pernos tirafondo serán fabricados conforme a las indicaciones del pedido y de sus documentos



ACOTACION	DIMENSION, mm	TOLERANCIA, mm
A	160	+4.3 −6.8
B	53	± 1.3
C	7	+1.0 −0.5
D	100	+2.0 −5.0
E	8	+3.0 −0.0
F	20	+5.0 −1.0
G	10	± 0.1
H	4.5	± 0.2
I	40	± 5.0
J	18	+0.5 −0.0
K	19	± 0.5
L	14	+0.3 −0.5

PARA LA CUERDA M-18 DEL PERNO

Ø MAYOR	máximo 17.96 , mínimo 17.62
Ø MENOR	máximo 14.89 , mínimo 14.54

PARA LA CUERDA M-18 DE LA TUERCA

Ø MAYOR	18 mínimo	
Ø MENOR	máximo 15.74 , mínimo 15.29	
ALTURA	19	± 0.8
DISTANCIA ENTRE CARAS	38	+0.0 −1.0

∝	≤ 1°

ACOTACIONES , EN mm

Fig 001-58 Perno tirafondo

adjuntos. El desbaste del cuerpo de los pernos tirafondo podrá obtenerse por forjado en caliente o por forjado en frío, a elección del fabricante. El fileteado lado tirafondo siempre será ejecutado en frío; el fileteado lado perno será ejecutado por un método dejado a la elección del fabricante.

2. Después de las operaciones de fabricación en caliente, los pernos tirafondo se dejarán enfriar al aire libre.

3. Protección anticorrosiva. Todas las piezas deberán tener una protección anticorrosiva que será conforme a las condiciones del pedido.

001.D.07.c.05 Identificación

1. Cada cuerpo de perno tirafondo, llevará en su extremidad, lado perno y grabadas en caliente o en frío las marcas siguientes (caracteres de 0.5 a 1.0 mm de profundidad y 4.0 mm de altura):

   — La marca del fabricante.

   — La fecha de fabricación (las últimas dos cifras del año de fabricación).

2. En caso de formación en frío del cuerpo del perno tirafondo las marcas mencionadas serán completadas con la letra F.

001.D.07.c.06 Almacenaje

Los pernos tirafondo con sus tuercas serán agrupados en lotes. Cada lote deberá comprender únicamente piezas fabricadas en las mismas condiciones. La cantidad de piezas de cada lote no deberá ser inferior a 2000 ni superior a 100 000 piezas.

001.D.07.c.07 Empaque

1. Después de su fabricación y control, los pernos tirafondo con sus tuercas montadas, serán embalados en sacos. El número de piezas que deberá contener cada embalaje, debe ser múltiplo de 25; su peso en bruto no deberá rebasar los 60 kilogramos.

2. Los sacos que contendrán a los pernos tirafondo deberán llevar de manera indeleble la marca del proveedor, un número de orden, el tipo y el número de piezas que contienen.

001.D.07.c.08 Muestreo

1. En el momento de la presentación, cada lote de pernos tirafondo será sometido a las verificaciones y pruebas cuya naturaleza y número, dependiendo de la cantidad de piezas, se indican en lo tabla siguiente:

Naturaleza de las verificaciones y pruebas	**Número de series de pruebas o de verificaciones a efectuar según la importancia del lote**	
	Según el plan progresivo de Wald de las figs 001-59 a 001-64	
	de 2000 a 20 000 pzas.	**de 20 000 a 100 000 pzas.**
Prueba de tracción Prueba de doblado	fig 001-59	fig 001-60
Verificación de la calidad de la protección anticorrosiva	fig 001-63	fig 001-64
Verificación del aspecto y de las dimensiones	fig 001-61	fig 001-62

2. Se tomará al azar de cada lote presentado, la cantidad de pernos tirafondo y de tuercas indicadas por los diagramas de Wald correspondientes.

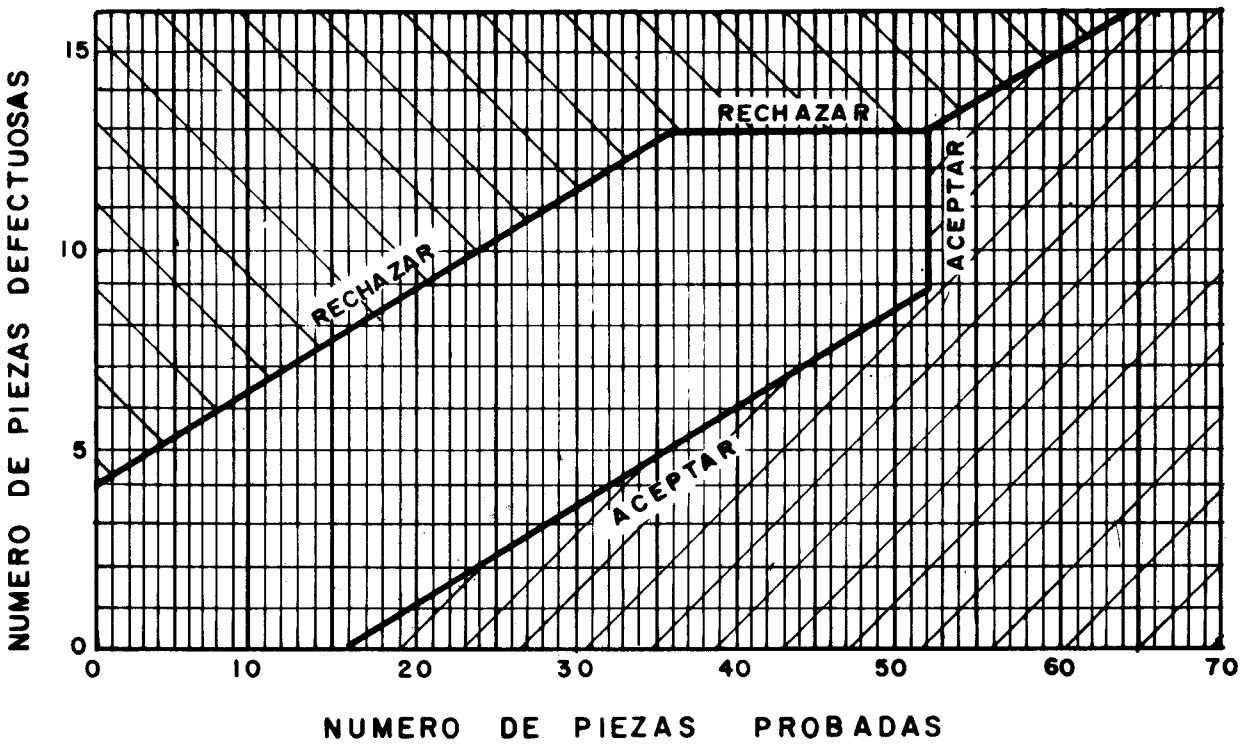
001.D.07.c.09 Garantía

1. El proveedor garantizará sus pernos tirafondo durante cinco años contra cualquier defecto de fabricación y que no fuera detectado durante la recepción en fábrica. Dicho periodo se contará a partir del final del año calendario marcado en el cuerpo de los pernos tirafondo.

2. Toda pieza que durante el tiempo que dure la garantía, llegue a presentar defectos de fabricación que la hagan impropia al servicio o de tal naturaleza que disminuya su duración en servicio, será rechazada.

3. Los pernos tirafondo rechazados deberán ser reemplazados con los gastos a cargo del proveedor en un plazo de un mes a partir de la fecha de aviso que a éste se le haya enviado. Las piezas defectuosas se guardarán a disposición del proveedor con vistas a dicho reemplazo.

001.D.07.c.10 Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.



PROVEEDOR:_____

RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

DISEÑO :_____

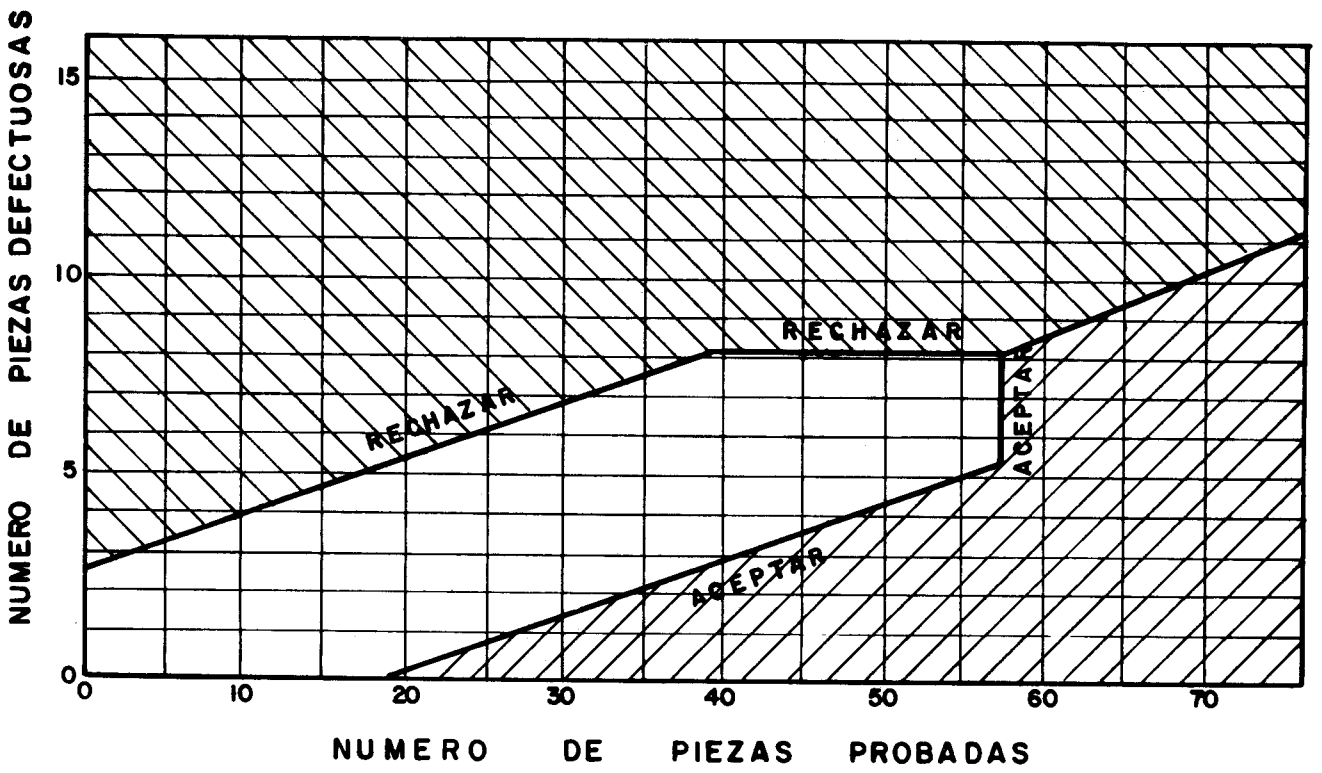
FECHA:_____

CONTROL DE CALIDAD
PRUEBAS DE :

TRACCION:_____

DOBLADO:_____

Fig 001-59 Diagrama de Wald para lotes de 2000 a 20000 piezas. Pruebas de tracción y de doblado



PROVEEDOR : _____

RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

DISEÑO: _____

FECHA: _____

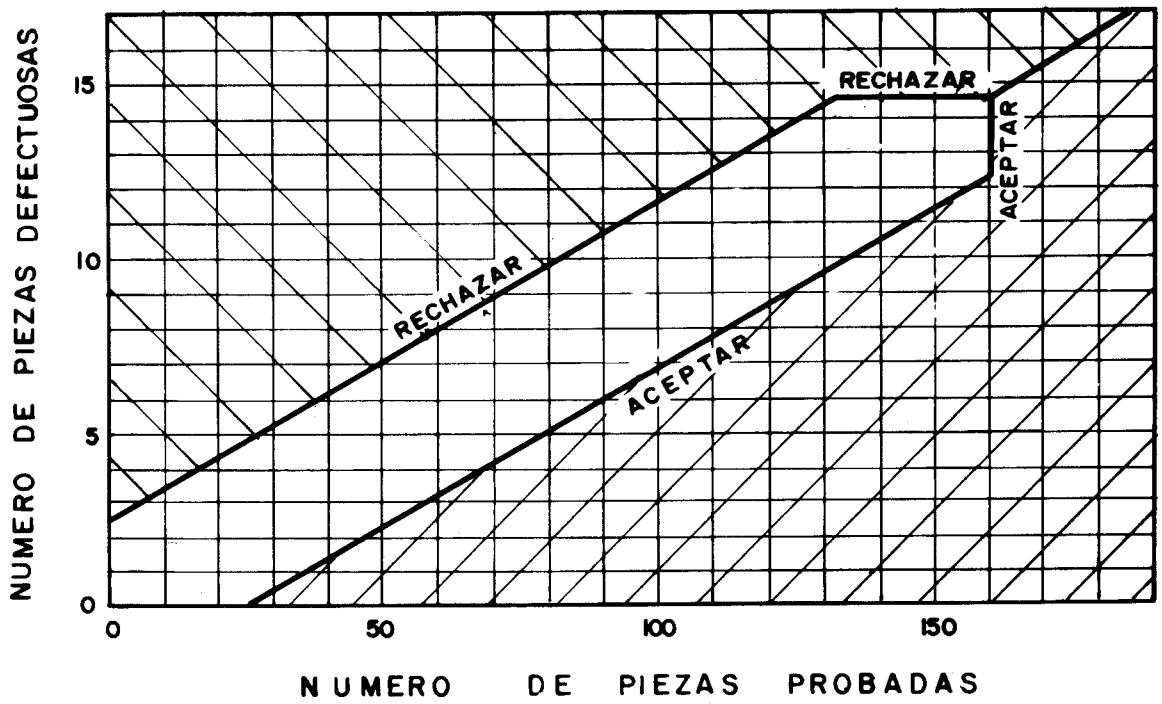
CONTROL DE CALIDAD

PRUEBAS DE :

TRACCION: _____

DOBLADO: _____

Fig 001-60 Diagrama de Wald para lotes de 20 001 a 100 000 piezas. Pruebas de tracción y de doblado



PROVEEDOR:_____

RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

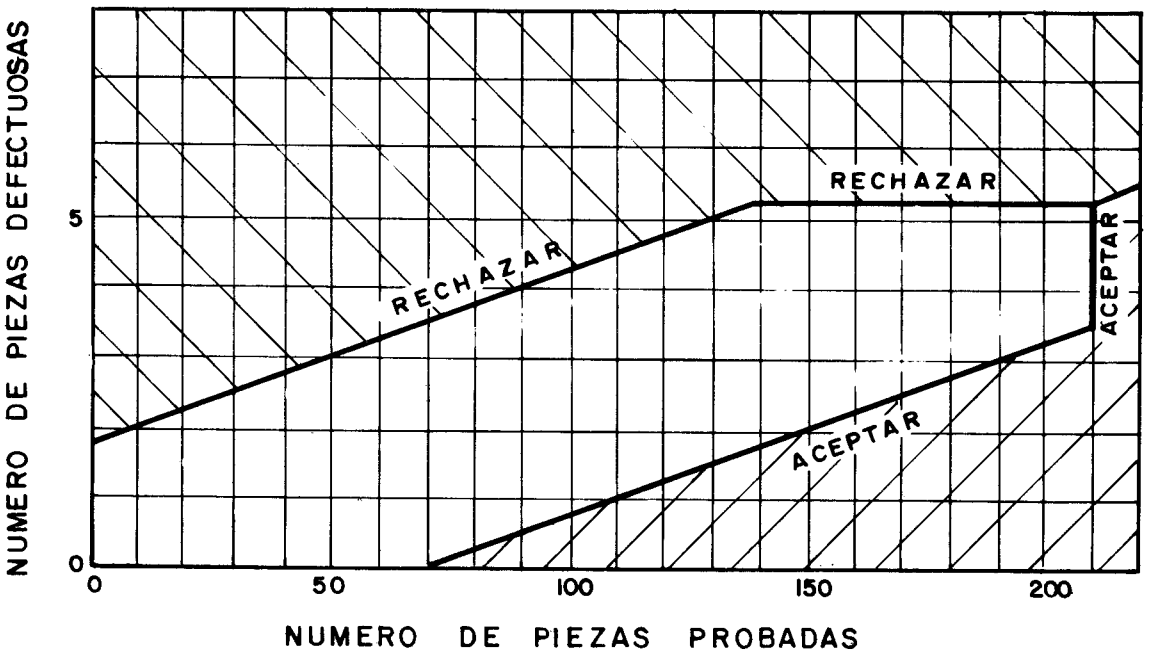
DISEÑO:_____

FECHA:_____

PRUEBA DE:

CONTROL DE DIMENSIONES Y DEL ASPECTO_____

Fig 001-61 Diagrama de Wald para lotes de 2000 a 20000 piezas. Dimensiones y aspecto



PROVEEDOR:_____

RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

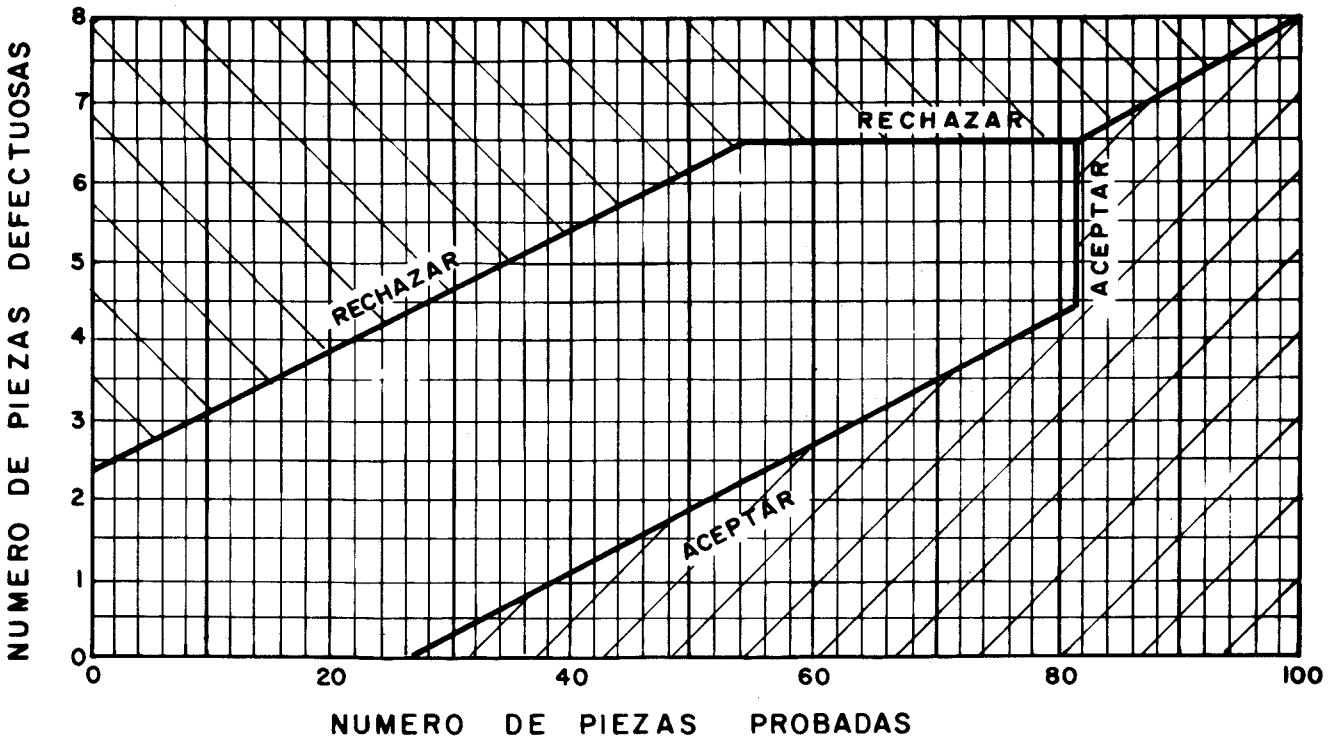
DISEÑO:_____

FECHA:_____

PRUEBA DE:

CONTROL DE DIMENSIONES Y DEL ASPECTO_____

Fig 001-62 Diagrama de Wald para lotes de 20 001 a 100 000 piezas. Dimensiones y aspecto



PROVEEDOR:_____

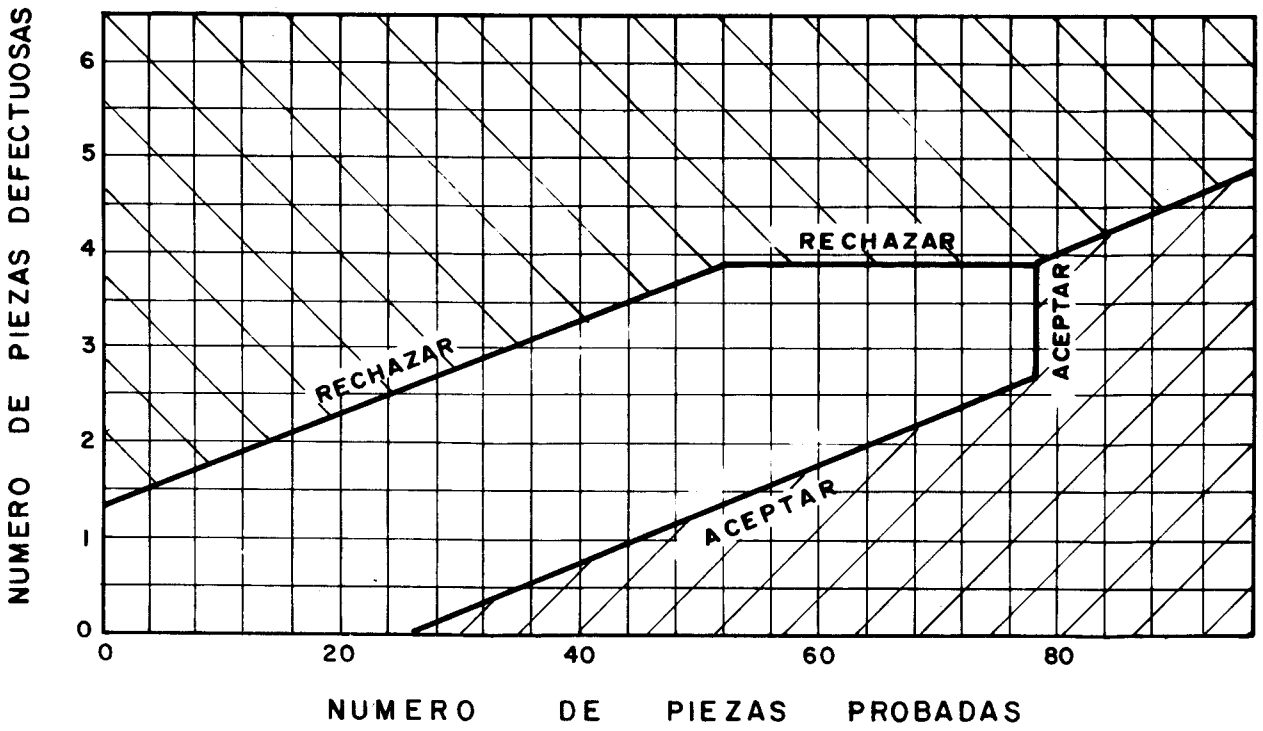
RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

DISEÑO:_____

FECHA:_____

VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA PROTECCION CONTRA LA CORROSION _____

Fig 001-63 Diagrama de Wald para lotes de 2000 a 20 000 piezas. Protección anticorrosiva



PROVEEDOR: _____

RECEPCION DE PERNOS TIRAFONDO

DISEÑO: _____

FECHA: _____

VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA PROTECCION CONTRA LA CORROSION _____

Fig 001-64 Diagrama de Wald para lotes de 20 001 a 100 000 piezas. Protección anticorrosiva

001.D.08 ALMOHADILLAS DE CAUCHO PARA RIELES Y PISTAS

001.D.08.a DESCRIPCION

Las almohadillas de caucho son elementos que se colocan sobre los durmientes de concreto y sobre las calzas aislantes de la vía sobre concreto, en las que asientan los perfiles de riel y pista que forman parte de las vías del Metro de la Ciudad de México.

Dependiendo del sistema de apoyo que se utilice para colocar la vía, las almohadillas de caucho se clasifican en dos tipos:

1. Para durmientes de concreto.
2. Para vía sobre concreto sin durmientes.

001.D.08.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pruebas para resistencia a conductancia para materiales aislantes	ASTM D-257
Prueba de tensión en hules	ASTM D-412
Prueba para hules de degradación en horno	ASTM D-573
Prueba de dureza con durómetro en hules	ASTM D-2240

001.D.08.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.08.c.01 Fabricación

El material a utilizar podrá ser de caucho natural, artificial o una mezcla de ambos.

001.D.08.c.02 Mecánicos

1. Dureza Shore "A" (ASTM D-2240)
   - — Para almohadillas sobre durmientes de concreto: ≥ 65
   - — Para almohadillas para vía sobre concreto: ≥ 70
2. Ruptura y alargamiento (ASTM D-412)
   - — Esfuerzo de ruptura antes del envejecimiento: 1.2 daN/mm² (120 kg/cm²).
   - — Esfuerzo de ruptura después del envejecimiento: 1.0 daN/mm² (100 kg/cm²).
   - — Alargamiento mínimo a la ruptura antes del envejecimiento: 250%.
   - — Alargamiento mínimo a la ruptura después del envejecimiento: 180%.

$$A = \frac{\text{Esfuerzo de ruptura después del envejecimiento}}{\text{Esfuerzo de ruptura antes del envejecimiento}} \geq 70\%$$

$$B = \frac{\text{Alargamiento de ruptura después del envejecimiento}}{\text{Alargamiento de ruptura antes del envejecimiento}} \geq 60\%$$

3. Módulo de elasticidad al 100 por ciento antes del envejecimiento (ASTM D-412): máximo: 0.5 daN/mm² (50 kg/cm²); mínimo: 0.3 daN/mm² (30 kg/cm²).
4. Módulo de elasticidad al 100 por ciento después del envejecimiento (ASTM D-412). No deberá diferir en más del 40 por ciento del valor obtenido antes del envejecimiento.
5. Deformación remanente (prueba de termoplasticidad ASTM D-573): La deformación remanente de una probeta de tracción sometida a un alargamiento del 50 por ciento durante 24 horas en una estufa a 373 K (100°C) deberá ser como máximo del 25 por ciento. La deformación remanente de una probeta a compresión y en las mismas condiciones que la de tracción deberá ser como máximo de 30 por ciento.
6. Aplastamiento. La curva de aplastamiento obtenida para cada almohadilla sometida a prueba bajo carga de 20 t deberá ubicarse entre las dos curvas límite definidas en las figs 001-65 y 001-66, según corresponda.

001.D.08.c.03 Resistividad y/o resistencia eléctrica

1. Resistividad: 1600 megaohms — cm, mínimo (para vía sobre concreto).
2. Resistencia: 100 megaohms, mínimo (para durmientes de concreto).

   Estos valores deberán cumplirse antes y después de la inmersión en agua durante 48 horas.

001.D.08.c.04 Dimensiones y tolerancias

Serán las indicadas en las figs 001-67, 001-68 y 001-69.

001.D.08.c.05 Acabado

Las calzas deberán estar bien formadas y sin defectos, con las canaladuras abiertas a todo lo largo y en los extremos.

001.D.08.c.06 Empaque

Las almohadillas serán empaquetadas en grupos de 100 piezas y se almacenarán en grupos de 5000, o fracción de 5000 piezas de una misma fabricacion.

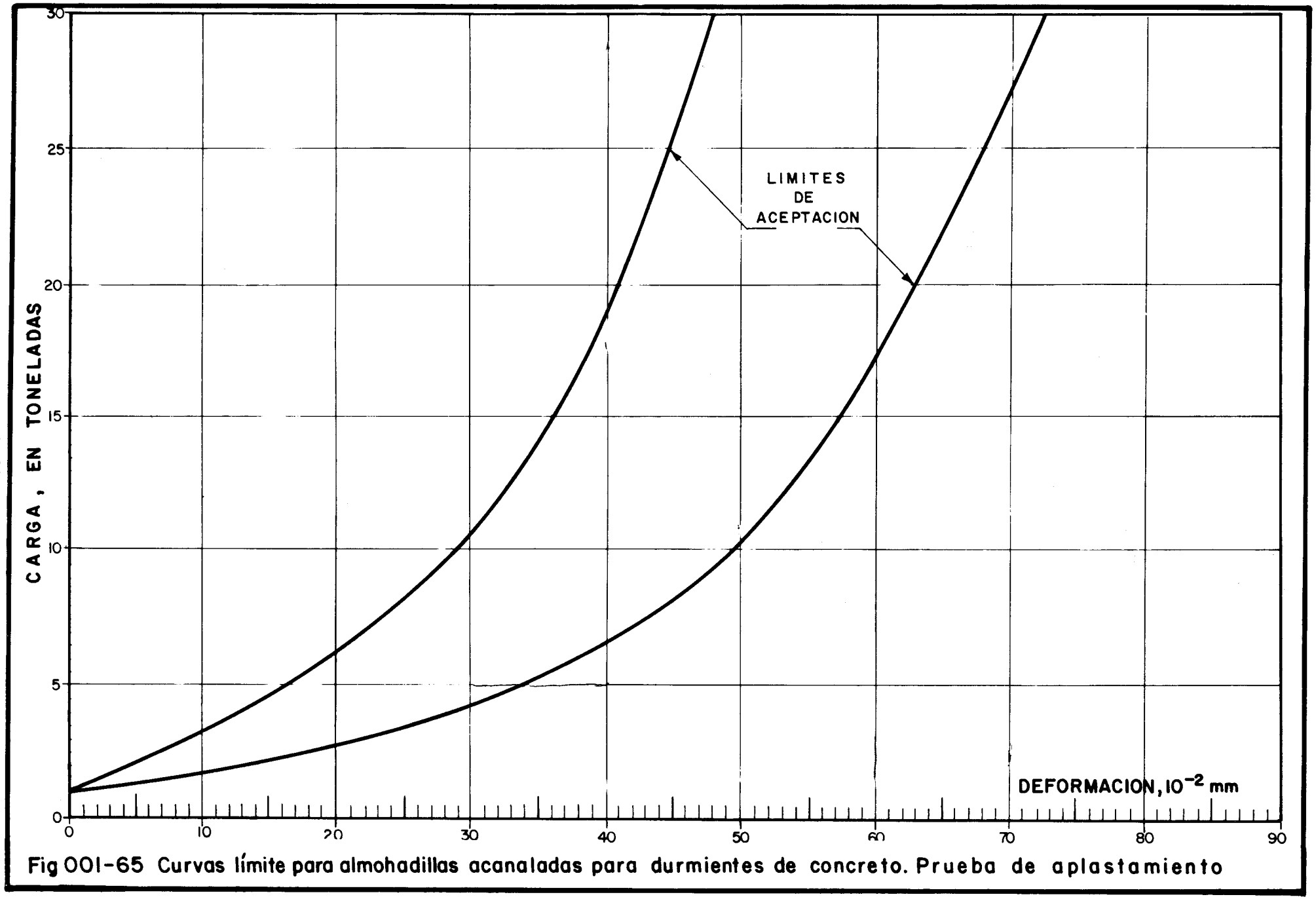


Fig 001-65 Curvas límite para almohadillas acanaladas para durmientes de concreto. Prueba de aplastamiento

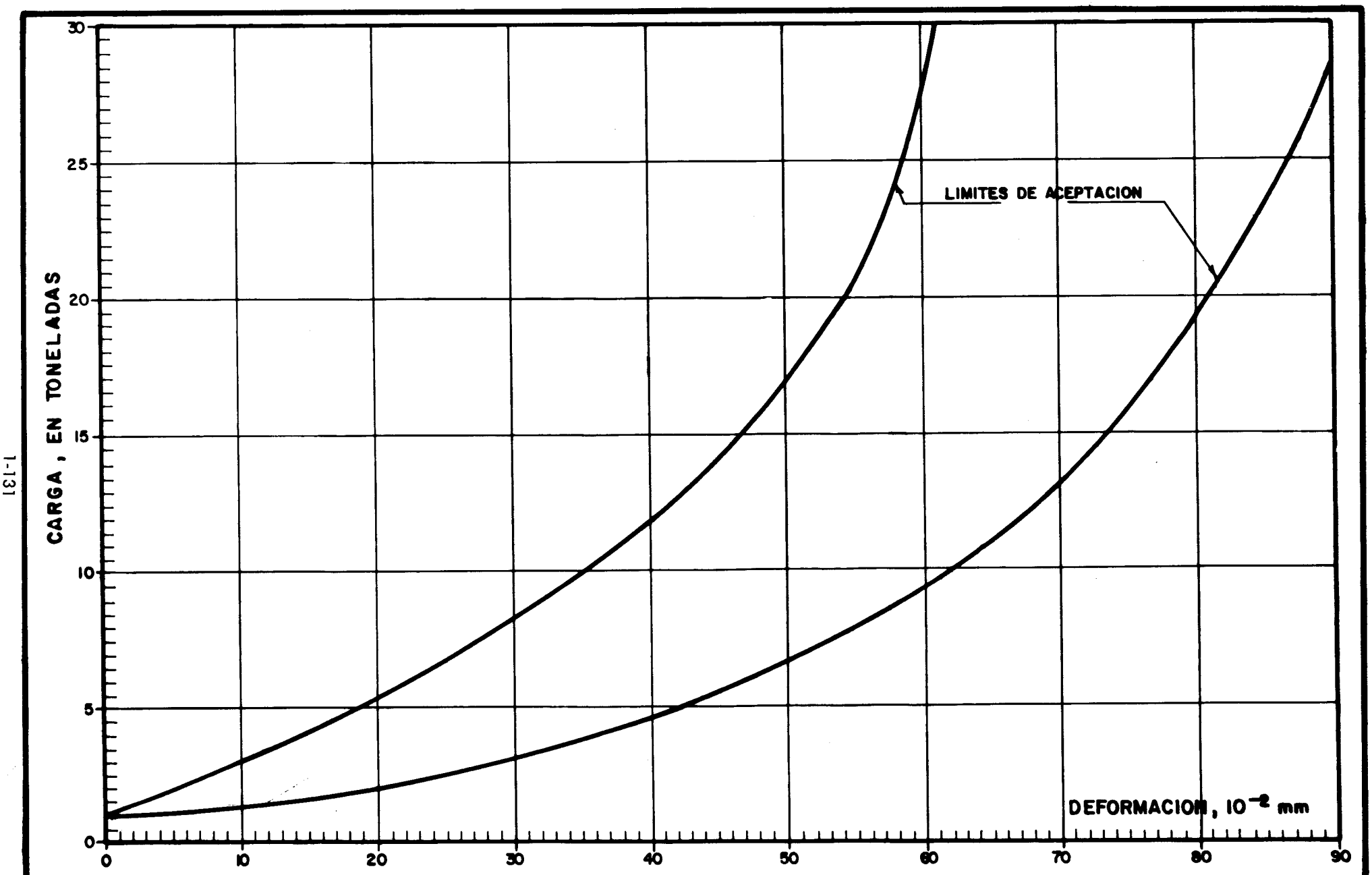
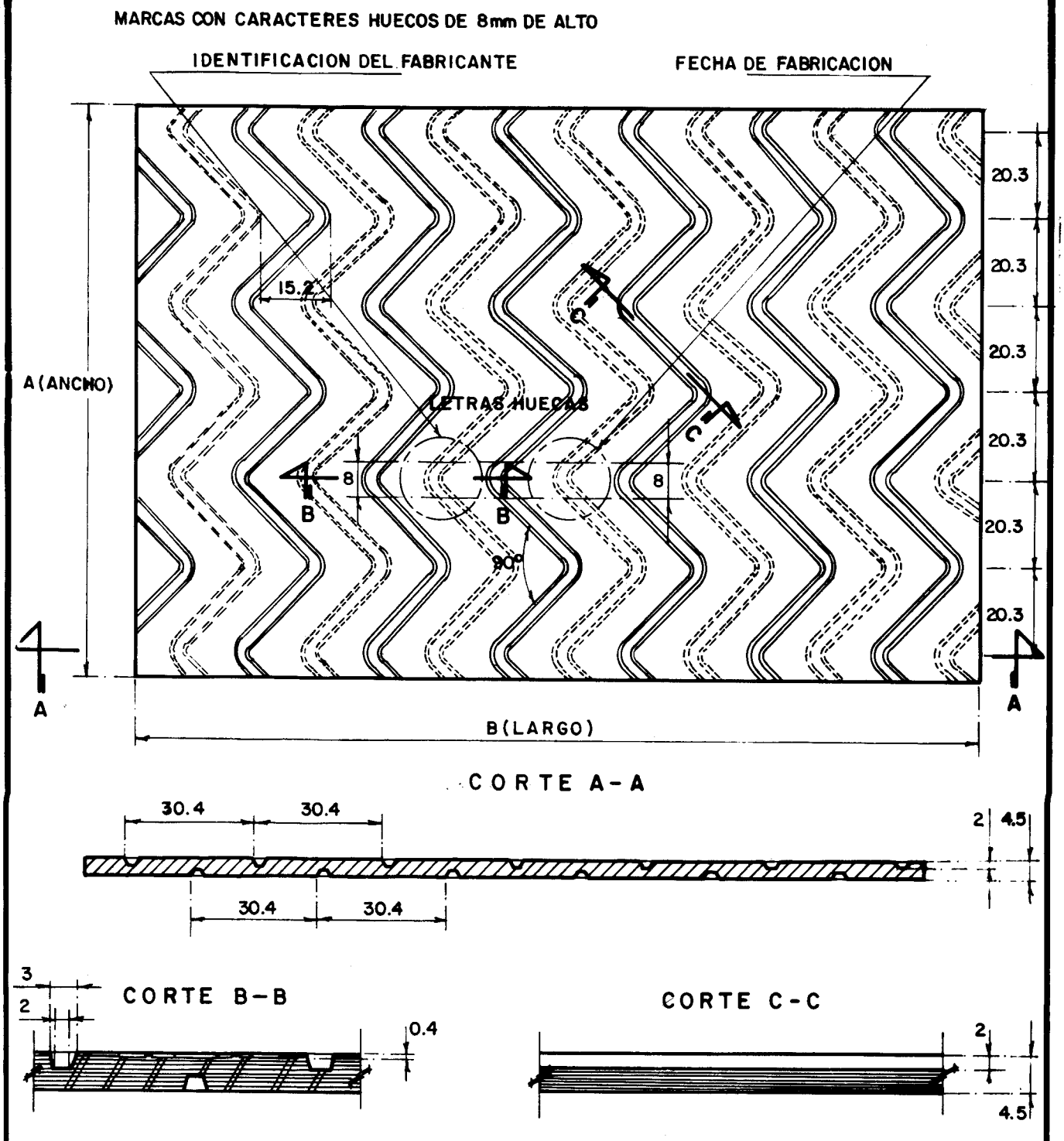


Fig 001-66 Curvas límite para almohadillas acanaladas para vía sobre concreto. Prueba de aplastamiento

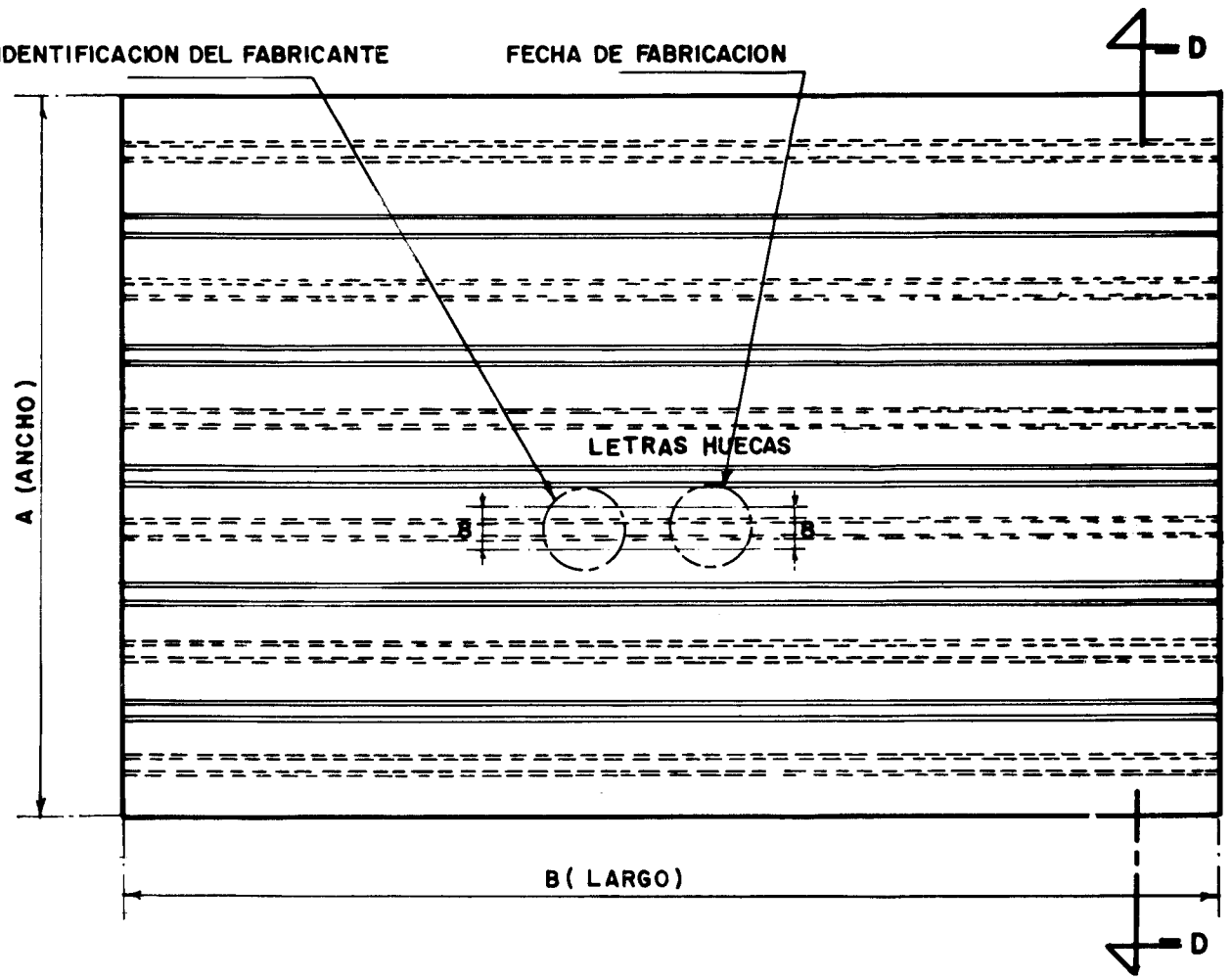


DIMENSIONES NOMINALES, mm		
	A	B
RIEL 80	125	200
PISTA	200	230

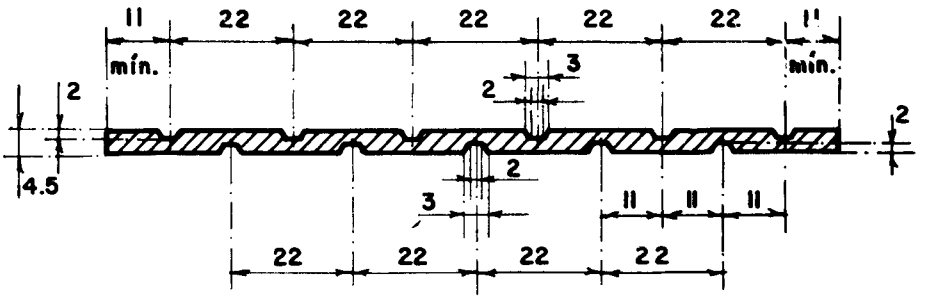
ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-67 Almohadilla de caucho tipo Chevron, para durmiente de concreto

MARCAS CON CARACTERES HUECOS DE 8mm de ALTO



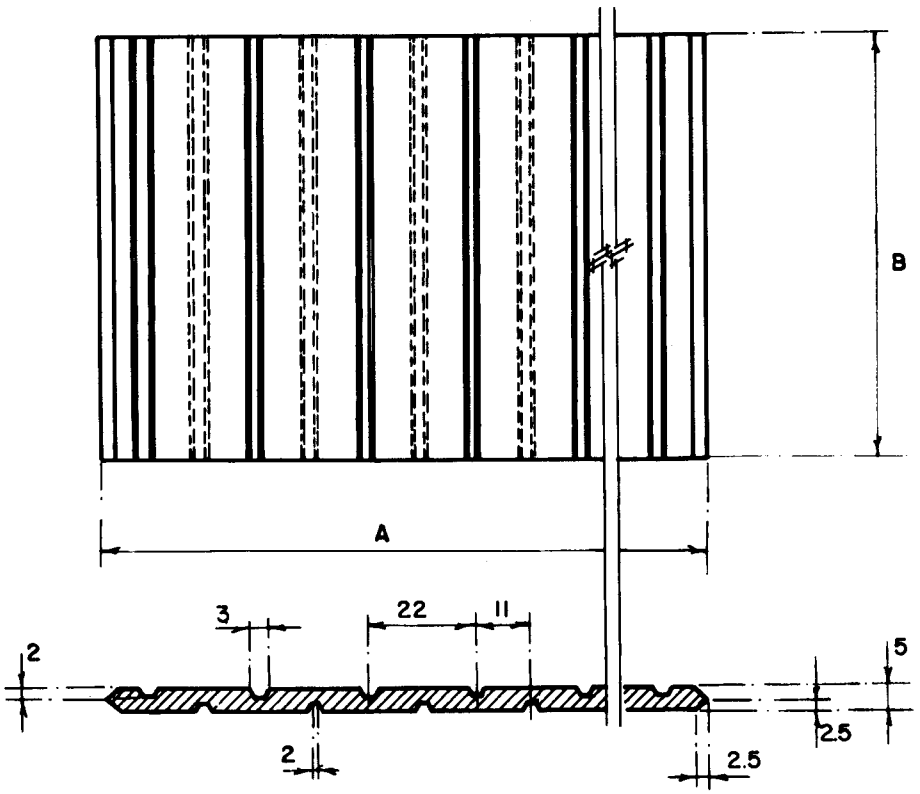
CORTE D-D



DIMENSIONES NOMINALES, mm		
	A	B
RIEL 80	125	200
PISTA	200	230

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-68 Almohadilla de caucho para durmiente de concreto (canaladuras longitudinales)



ACOTACIONES, EN mm

TIPO DE CALZA VER ESPECIFICACION 4.01.001.D.02	DIMENSION DE LA ALMOHADILLA, EN mm	
	A	B
RIEL 80	127	85
PISTA	234	110
100 R E	137	110
APARATOS DE VIA		
1A	228	110
2A	410	110
3A	538	110
4A	240	165

TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO, mm	
COTA, mm	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	x 0.5 %

Fig 001-69 Almohadilla de caucho para vía sobre concreto

001.D.08.c.07 Identificación

En cada empaque será colocada una etiqueta que contenga los datos siguientes: número de pedido, fecha de fabricación, descripción del contenido, peso total, número de piezas y origen.

001.D.08.c.08 Muestreo

Se realizará conforme a la siguiente tabla:

Concepto	No. de piezas o probetas por lote de 5000 o fracción
Prueba de dureza	3
Propiedades de ruptura y alargamiento	5 (nuevas) 5 (envejecidas)
Pruebas de termoplasticidad	3 y 3
Verificación del módulo de elasticidad	3 (nuevas) 3 (envejecidas)
Prueba de resistencia o resistividad eléctrica	2
Verificación de dimensiones	A juicio del Representante
Aplastamiento	2

001.D.08.c.09 Pruebas

Las pruebas y propiedades deberán realizarse como lo indican las normas enunciadas en 001.D.08.b salvo la prueba de aplastamiento que deberá llevarse a cabo como se indica a continuación:

1. El ensaye de aplastamiento se llevará a cabo a una temperatura de 288 a 293 K (15 a 20°C), sobre dos almohadillas en el momento de entrega. La almohadilla a ensayar, será colocada entre dos placas metálicas indeformables cuyas superficies estén perfectamente planas. Un papel esmerilado del No. 0 se colocará entre la almohadilla y las placas, cambiándolo en cada prueba. Las dimensiones de las almohadillas para esta prueba serán de 125 x 85 mm para el caso de vía sobre concreto y de 125 x 200 mm para el caso de durmientes de concreto; las almohadillas más grandes serán reducidas a dichas dimensiones por recorte simétrico según el caso.

2. Las mediciones de variación de espesor se harán mediante dos comparadores de 0.01 mm, colocados del lado de menor dimensión de las almohadillas.

3. A fin de obtener un contacto conveniente de la almohadilla sobre sus dos apoyos metálicos, se procederá primero a aplicar dos cargas sucesivas de 20 toneladas y después se pondrán los comparadores en cero para una carga de una tonelada; la carga será aplicada por etapas, manteniéndola durante un minuto en 5, 10, 15 y 20 toneladas y tomando además, las lecturas de deformaciones correspondientes. Para trazar la curva de aplastamiento, se tomará el promedio de los registros de los comparadores. Sin embargo, si la diferencia de las lecturas entre los dos comparadores y para una misma carga rebasa los 30/100 de milímetro se considerará que las condiciones normales de prueba no se han cumplido (mal centrado, por ejemplo) y se procederá entonces a nuevas mediciones sobre la misma almohadilla.

001.D.08.c.10 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.08.c.11 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante ni las pruebas efectuadas durante la recepción disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación no identificados o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las piezas llegaran a deteriorarse en la vía, deberán ser sustituidas gratuitamente, pieza por pieza, por el proveedor.

001.D.09 ALMOHADILLAS DE CAUCHO PARA ASIENTO DE AISLADORES SOBRE DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.09.a DESCRIPCION

Las almohadillas de caucho, de hule natural o sintético se colocan en la zona de asiento de los aisladores que soportan las barras guía sobre los durmientes de concreto, con el objeto de absorber las pequeñas irregularidades que la superficie de concreto presenta, y poder asentar correctamente los aisladores.

001.D.09.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Almohadillas de caucho para rieles y pistas	4.02.01.001.D.08
Prueba de tensión en hules	ASTM D-412
Prueba de resistencia al calor	ASTM D-573
Prueba de dureza con durómetro en hules	ASTM D-2240

001.D.09.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.09.c.01 Propiedades físicas

1. En estado nuevo:

   Dureza (Shore "A"): 60 ± 5

   Resistencia a la tensión (mínimo): 1.18 daN/mm² (120 kg/cm²).

   Alargamiento a la falla (mínimo): 250%.

   Módulo de elasticidad al 100%; máximo 0.47 daN/mm² (49 kg/cm²), mínimo 0.28 daN/mm² (29 kg/cm²).

   Termoplasticidad; deformación remanente: a tensión, 25% máximo; a compresión, 30% máximo.

   Aplastamiento: caer dentro de las curvas de aceptación de la fig 001-70.

2. Propiedades después del envejecimiento acelerado en horno a 100°C durante 96 horas:

   Variación de su dureza, con respecto al estado nuevo (máxima): 0 a + 15.

   Variación de su resistencia a la tensión original (máxima): ± 17%.

   Variación de su alargamiento original (máximo): − 40%.

   Variación del módulo de elasticidad original (máximo): 40%.

001.D.09.c.02 Dimensiones y tolerancias

Salvo indicación contraria del proyecto, las almohadillas lisas de caucho tendrán las dimensiones y tolerancias que se indican en la fig 001-71

001.D.09.c.03 Identificación

Cada almohadilla deberá llevar en una de sus caras, con caracteres huecos de 8.0 mm de altura:

— Marca del fabricante.

— Mes y las dos últimas cifras del año de fabricación.

001.D.09.c.04 Acabados

Las almohadillas deberán estar exentas de protuberancias o faltas de material que impidan el correcto funcionamiento; las superficies deberán ser lisas a lo largo y a lo ancho.

001.D.09.c.05 Muestreo

1. Las almohadillas serán agrupadas por lotes de 2500 piezas o fracción, de una misma fabricación. Las extracciones de muestras deberán realizarse de tal forma que sean representativas de los lotes presentados.

2. Las muestras serán pintadas, estampadas o marcadas según las instrucciones del Representante.

3. El número de piezas para prueba será de acuerdo con la tabla 001-17.

Tabla 001-17. Muestreo

Prueba	No. de piezas a ensayar
Dureza Shore "A"	25
Propiedades de ruptura, alargamiento y módulo de elasticidad	5 probetas (nuevas) 5 probetas (envejecidas)
Verificación geométrica y aplastamiento	25
Termoplasticidad	5 en tensión 5 en compresión

001.D.09.c.06 Pruebas

1. Dureza Shore "A"

   La dureza será tomada sobre el número de almohadillas enteras en estado nuevo y en estado envejecido de acuerdo con el método de prueba indicado por la norma ASTM D-2240.

2. Resistencia a la tensión, alargamiento y módulo de elasticidad

   — De cada una de las cinco almohadillas muestreadas según 001.D.09.c.05(3) se labrarán dos probetas que serán ensayadas de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM D-412 de las referencias, una en estado nuevo y otra en estado envejecido

   — El módulo de elasticidad al 100 por ciento se define como la tensión necesaria para llevar progresivamente a 100 mm, la distancia que inicialmente es de 50 mm entre los puntos de referencia de la probeta. De cada una de las probetas para tensión en estado nuevo y envejecido, previamente calibradas, se determinará el módulo de elasticidad. Las dos marcas de referencia que delimitan la longitud inicial (L_o = 50 mm), se llevarán a 100 mm una de la otra a una velocidad de deformación comprendida entre 450 y 550 mm/min. La probeta una vez elongada se llevará con la misma velocidad, al punto inicial, es decir sin carga; la medición del módulo se hará después de un segundo alargamiento a 100 mm entre las marcas de referencia, en las mismas condiciones e inmediatamente después del primer alargamiento.

3. Termoplasticidad

   Las pruebas de termoplasticidad se llevarán a cabo de acuerdo con la norma ASTM D-573 de las referencias, para deformación remanente a tensión del 50 por ciento y para compresión al 50 por ciento.

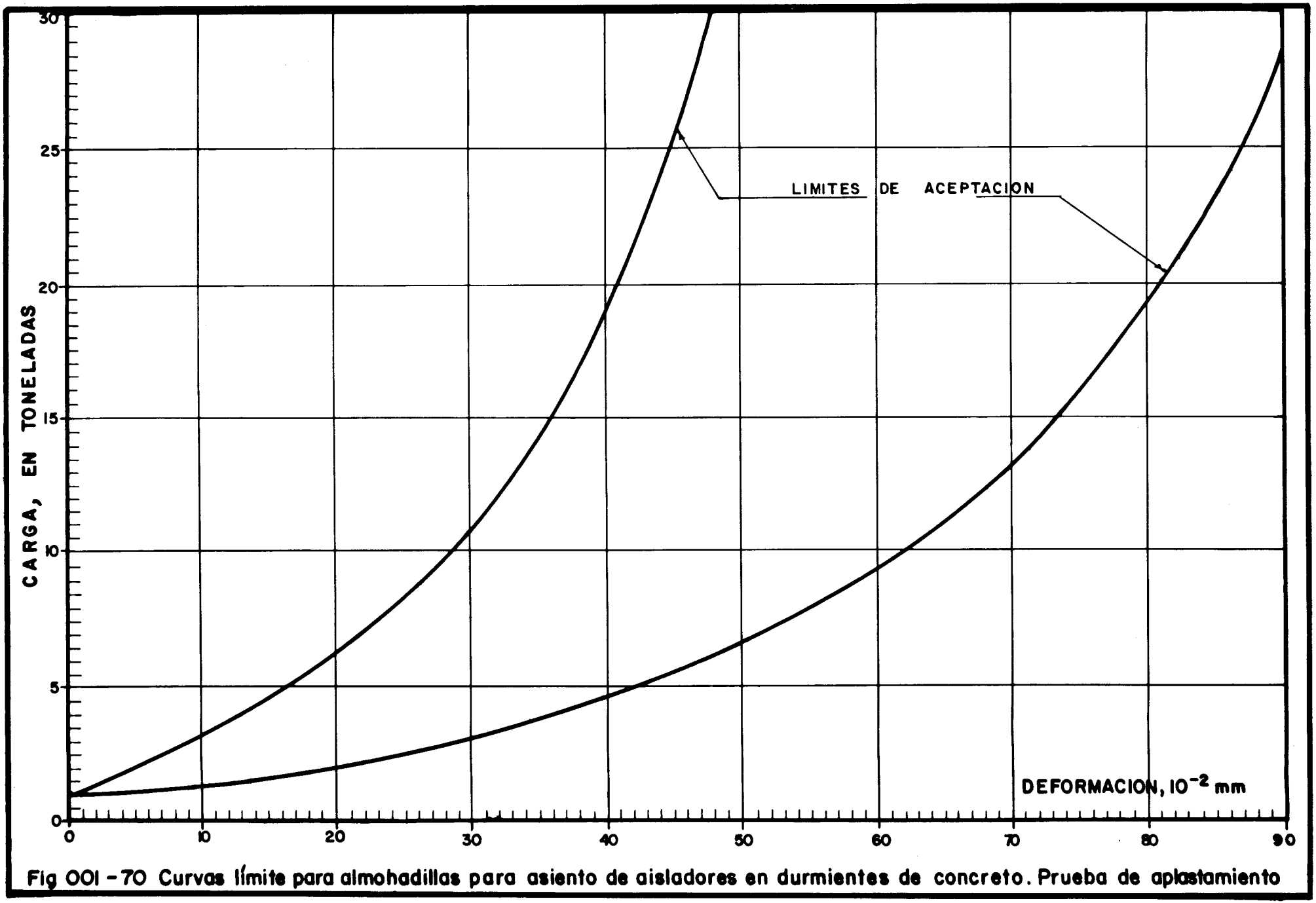


Fig 001-70 Curvas límite para almohadillas para asiento de aisladores en durmientes de concreto. Prueba de aplastamiento

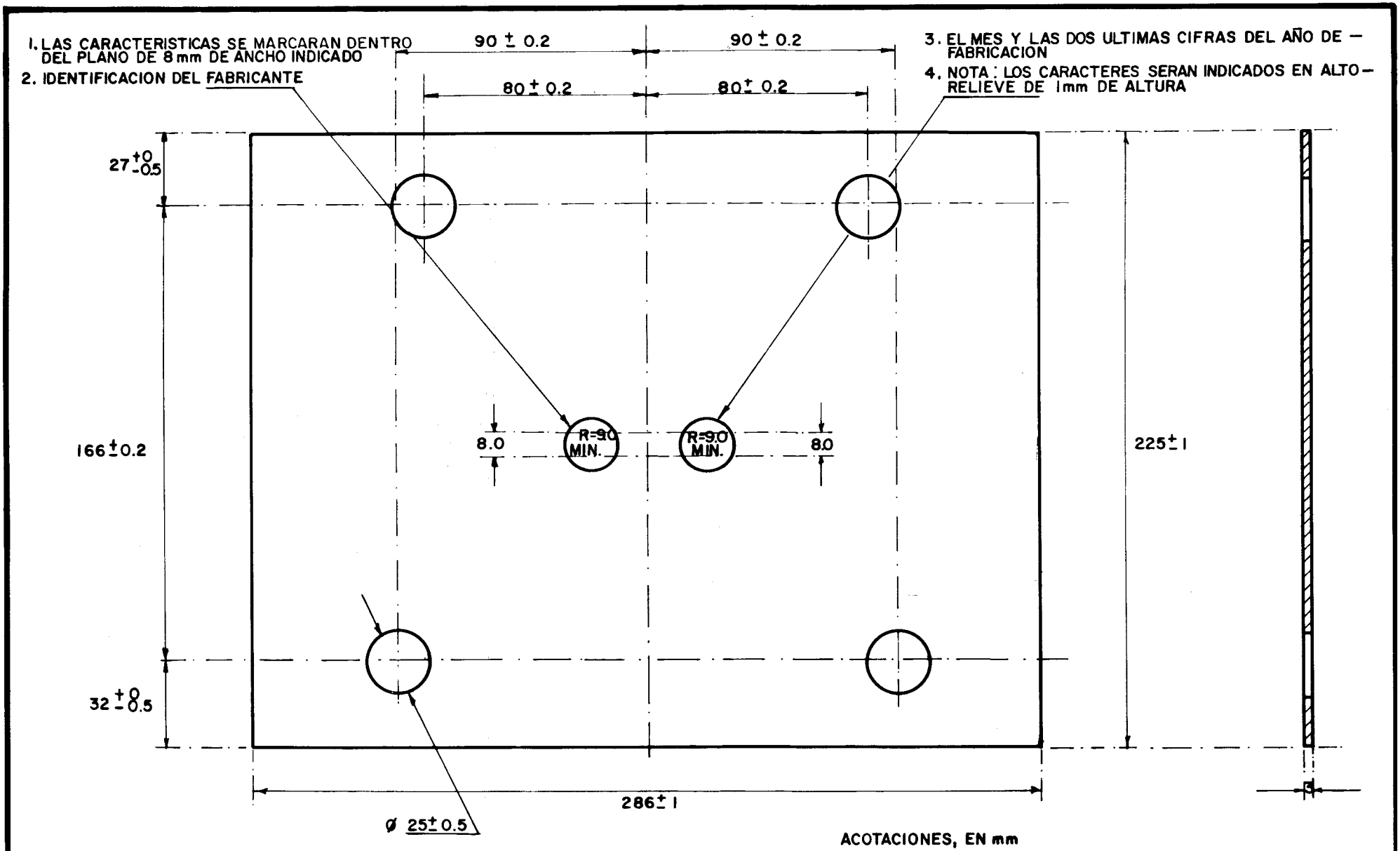


Fig 001-71 Almohadilla lisa de caucho para aislador

4. Aplastamiento

La curva de aplastamiento obtenida por cada muestra probada, deberá ubicarse entre las dos curvas límite definidas en la fig 001-70.

Todos los gastos ocasionados para la realización de las pruebas, estarán a cargo del proveedor, quien estará en posibilidad de realizarlas.

001.D.09.c.07 Recepción

La evaluación de aceptación y rechazo de los lotes sometidos a prueba, será efectuada mediante el diagrama de Wald de la fig 001-72 para las pruebas de dureza, aplastamiento y dimensiones geométricas.

001.D.09.c.08 Embalaje

Las almohadillas serán entregadas por grupos de 100 en paquetes de cartón o madera debidamente flejados. Cada paquete, que sólo deberá contener calzas de la misma fabricación, estará provisto de una etiqueta que llevará las indicaciones siguientes:

— Número de pedido.

— Fecha de fabricación.

— Descripción del contenido.

— Número de piezas.

— Peso total.

— Marca del fabricante.

001.D.09.c.09 Garantía

El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo que se extenderá hasta el 31 de diciembre del quinto año a partir de la fecha de fabricación indicada en las piezas.

001.D.09.c.10 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará contra cualquier reclamación al respecto.

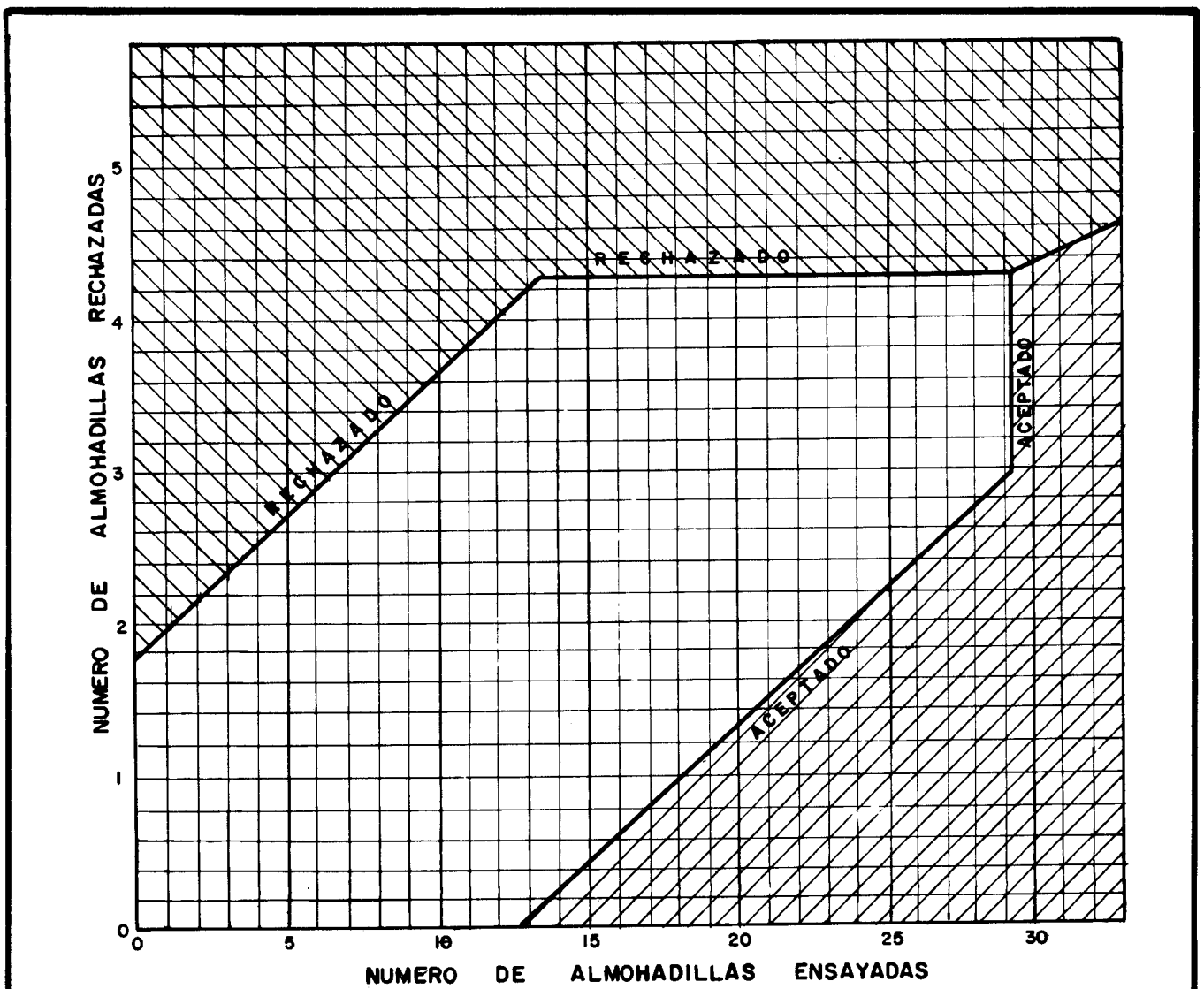


Fig 001-72 Diagrama de Wald para evaluación de los lotes muestreados

001.D.10 TORNILLOS Y TUERCAS PARA VIA

001.D.10.a DESCRIPCION

Son los elementos de sujeción fabricados en acero que se utilizarán para el ensamble y colocación de aparatos de vía, la realización de juntas mecánicas o aislantes, y de fijación de las vías del Metro de la Ciudad de México.

001.D.10.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba mecánica para productos de acero	NOM B-172
Roscas métricas ISO; selección de dimensiones para tornillos y tuercas de 1 a 39 mm de diámetro	NOM H-50

001.D.10.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.10.c.01 Material

Las piezas serán fabricadas con acero tipo AF-50-2A definido por las normas francesas y sus características se mencionan en 001.D.10.c.02; el material podrá elaborarse por cualquiera de los procedimientos mencionados a continuación, cuya elección se deja a criterio del fabricante: Thomas, Bessemer, Siemens - Martin (ácido o básico), eléctrico o por sopladura de oxígeno.

001.D.10.c.02 Características mecánicas

— Resistencia a la tensión:

49 daN/mm² (5000 kg/cm²) $\leq R \leq$ 59 daN/mm² (6000 kg/cm²).

— Alargamiento $A \geq 23\,\%$.

001.D.10.c.03 Composición química

— Carbono: $\leq 0.39\,\%$

— Fósforo: $\leq 0.045\,\%$

— Azufre: $\leq 0.045\,\%$

001.D.10.c.04 Procedimiento de fabricación

1. La cabeza de los tornillos deberá obtenerse por forja en caliente; sin embargo, el Representante podrá autorizar un procedimiento de forja en frío, mediante el cual se obtenga una calidad al menos igual que la obtenida por forja en caliente. El procedimiento de roscado de los cuerpos de los tornillos se deja a elección del proveedor y el perfil del fileteado deberá corresponder al indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM H-50.

2. Los tornillos y tuercas deberán estar debidamente rebabeados en todas sus partes. El rebabeado se hará de manera que no produzca ningún desgarramiento en el material ni deje ninguna aspereza en las caras de contacto.

3. Los vástagos deberán ser perfectamente lisos y rectilíneos, sin escamas, grietas o fisuras. Las cabezas deberán estar bien formadas y perfectamente centradas, así como también las tuercas. Además, las cabezas no deberán presentar ningún doblez de metal en la zona de unión con el vástago.

4. Las superficies de apriete de los tornillos y tuercas deberán ser planas y perpendiculares al eje longitudinal y no deberán tener dobleces, inclusiones ni quemaduras.

5. Las roscas deberán ser bien formadas, uniformes y compactas.

6. Si los tornillos llevan seguro, éste no deberá ser adaptado y no debe presentar ninguna falta de material.

7. Si está prevista una chaveta, el barreno correspondiente deberá ser taladrado perpendicularmente al eje del tornillo.

001.D.10.c.05 Dimensiones y tolerancias

1. Las piezas se fabricarán de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos de proyecto autorizados por el Representante.

2. Se admitirán las siguientes tolerancias en las dimensiones:

   — Diámetro del vástago en su parte lisa, fuera del radio de enlace con la cabeza: + 0, − 08. mm.

   — Largo del vástago, en función de su longitud:

Longitud	Inferior a 100 mm	De 100 a 179 mm	De 180 a 299 mm	De 300 mm en adelante
Tolerancia	± 1.25mm	± 2 mm	± 3 mm	± 4 mm

   — Longitud de la parte lisa: − 2 veces el paso.

   — Dimensiones entre caras de apriete del tornillo o la tuerca: + 0, − 1 mm.

   — Fileteados: El paso de los fileteados se ajustará a lo indicado en la tabla 001-18 y sus tolerancias deberán ser tales que se satisfaga la prueba de atornillamiento.

Tabla 001-18. Paso de los fileteados

Diámetro nominal, en mm	Paso, en mm
10	1.5
12	1.75
14	2.0

Diámetro nominal, en mm	Paso, en mm
16	2.0
18	2.5
20	2.5
22	2.5
24	3.0
27	3.0
30	3.5
33	3.5

001.D.10.c.06 Escantillones

Antes de empezar la fabricación, el proveedor elaborará a su cargo dos series de escantillones de máximos y mínimos, machos y hembras y los someterá a la aprobación del Representante, quien los marcará si los considera exactos. Una serie se devolverá al proveedor y la podrá usar para los controles necesarios para la fabricación; la otra serie quedará en poder del Representante. Sólo los escantillones marcados por este último podrán ser usados para la recepción.

001.D.10.c.07 Protección de las piezas

Todas las piezas deberán ser protegidas contra la oxidación. Cualquiera que sea el procedimiento de protección adoptado, las piezas serán limpiadas y aceitadas en sus partes roscadas y perforadas.

001.D.10.c.08 Embalaje

Las piezas se colocarán dentro de embalajes sólidos que las protejan de la intemperie y de los golpes durante el transporte. Los embalajes utilizados no deben haber servido con anterioridad para un uso que los haga susceptibles de perjudicar el producto. Dichos embalajes no serán pagados ni devueltos al proveedor y pasarán a ser propiedad del Representante.

1. Cada empaque contendrá solamente un tipo de tornillos con sus respectivas tuercas. El número de piezas deberá ser un múltiplo de 25. Las piezas embarcadas sin embalaje serán rechazadas.

2. Identificación. Cada embalaje llevará de manera legible e indeleble, y según el caso, adherida sólidamente, una etiqueta con las indicaciones siguientes:

   — Marca del fabricante.

   — El número de pedido.

   — El tipo de piezas.

   — El número y peso neto de las piezas.

   — La fecha de fabricación.

001.D.10.c.09 Condiciones de recepción

1. Supervisión

   — El Representante tendrá libre acceso a la planta productora donde se fabriquen las piezas, a cualquier hora y durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido; podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias para comprobar que todas las condiciones de fabricación hayan sido cumplidas.

   — La preparación de muestras y la ejecución de pruebas está a cargo del proveedor, quien pondrá a disposición del Representante, el personal y equipos necesarios para éstas; las piezas y materiales sometidos a prueba no serán facturados, con excepción de las piezas sometidas a la prueba de atornillamiento y al control dimensional y de aspecto que resulten buenas, las cuales se entregarán junto con el lote correspondiente.

2. Muestreo

   — Para verificar la calidad del material con que se hayan fabricado las piezas, el Representante aceptará un certificado del laminado por colada, acompañado de una acta de prueba donde se indique la composición química, la resistencia por tracción y el alargamiento mínimo del acero. A falta de estos documentos, el material será sometido a análisis químico y a pruebas de tracción y doblado, a razón de una serie de pruebas por lote de 5000 kg de material. Las muestras serán marcadas con golpe según las indicaciones del Representante.

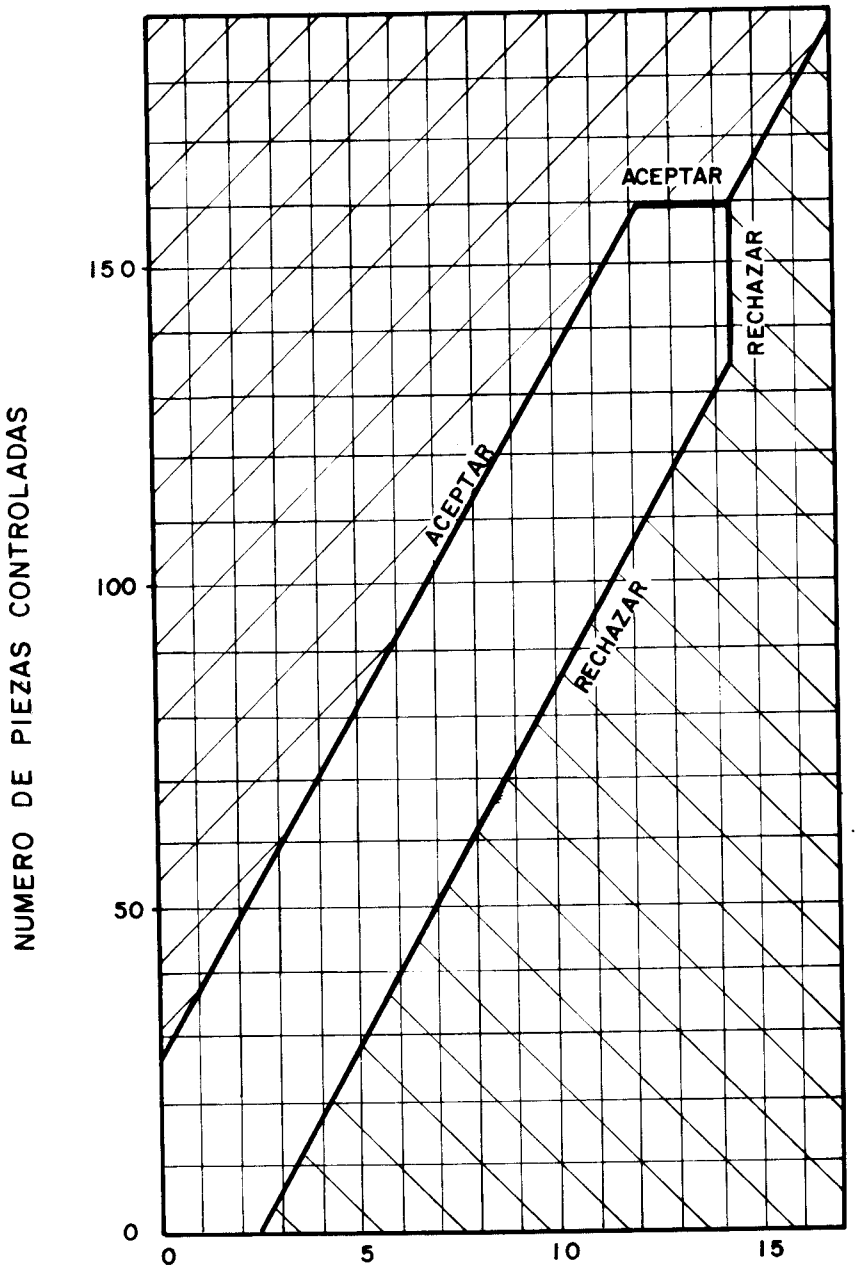
   — La cantidad de piezas de un lote no podrá ser inferior a 500 ni superior a 20 000 piezas. La extracción de muestras deberá hacerse de tal manera que sea representativa para todo el lote; las piezas terminadas que serán sometidas a las pruebas y a los controles serán marcadas por el Representante y deberán llevar las marcas hasta el término de la recepción.

   — El muestreo para control dimensional se llevará a cabo por extracción sobre lotes de tornillos con sus respectivas tuercas según el diagrama progresivo de Wald de la fig 001-73.

   — En caso de rechazo por control dimensional, el proveedor tiene la facultad de seleccionar a su cargo, las piezas del lote incriminado y volver a presentar el lote en recepción; durante esta segunda presentación se procederá según el diagrama progresivo de Wald de la fig 001-74.

   — El muestreo para los ensayes de tensión, de doblado, de forzamiento, de atornillamiento y de deformación de la tuerca se llevará a cabo según los diagramas progresivos de Wald de las figs 001-75 y 001-76.

   Sin embargo, si los materiales han sido sometidos a las pruebas prescritas en 001.D.10.c.09(2) y si el diámetro de los tornillos es inferior a 22 mm, el Representante podrá reemplazar las pruebas de tensión y doblado de tornillos, o alguna de éstas, por la prueba de forzamiento.



PROVEEDOR

TIPO DE TORNILLOS

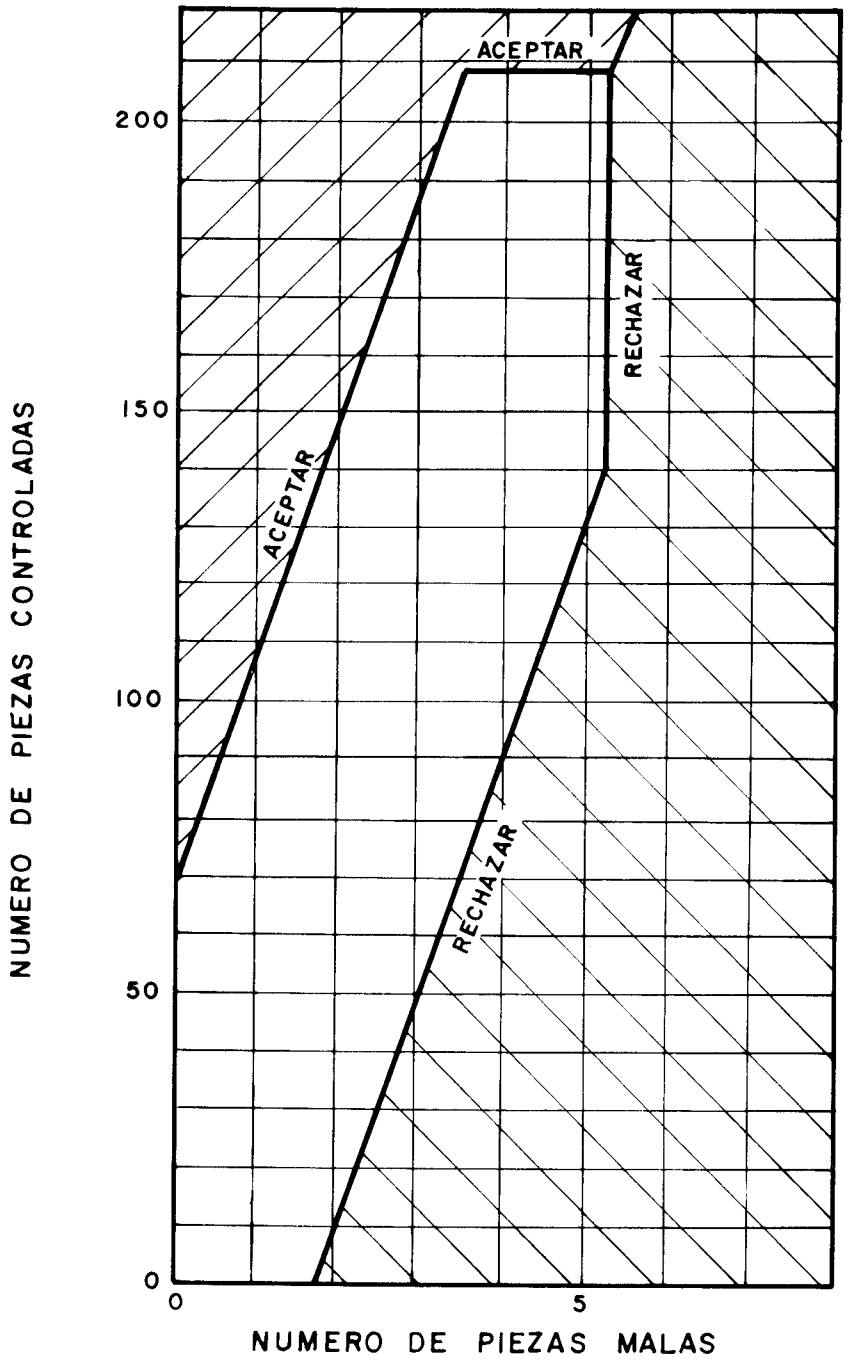
CONTROL DIMENSIONAL
Y DEL ASPECTO

OBSERVACIONES: _____

FECHA DE RECEPCION: _____

EL PROVEEDOR: _____ EL REPRESENTANTE: _____

Fig 001-73 Diagrama de Wald. Control dimensional y del aspecto. Tornillos y tuercas de acero para vías



PROVEEDOR

TIPO DE TORNILLOS

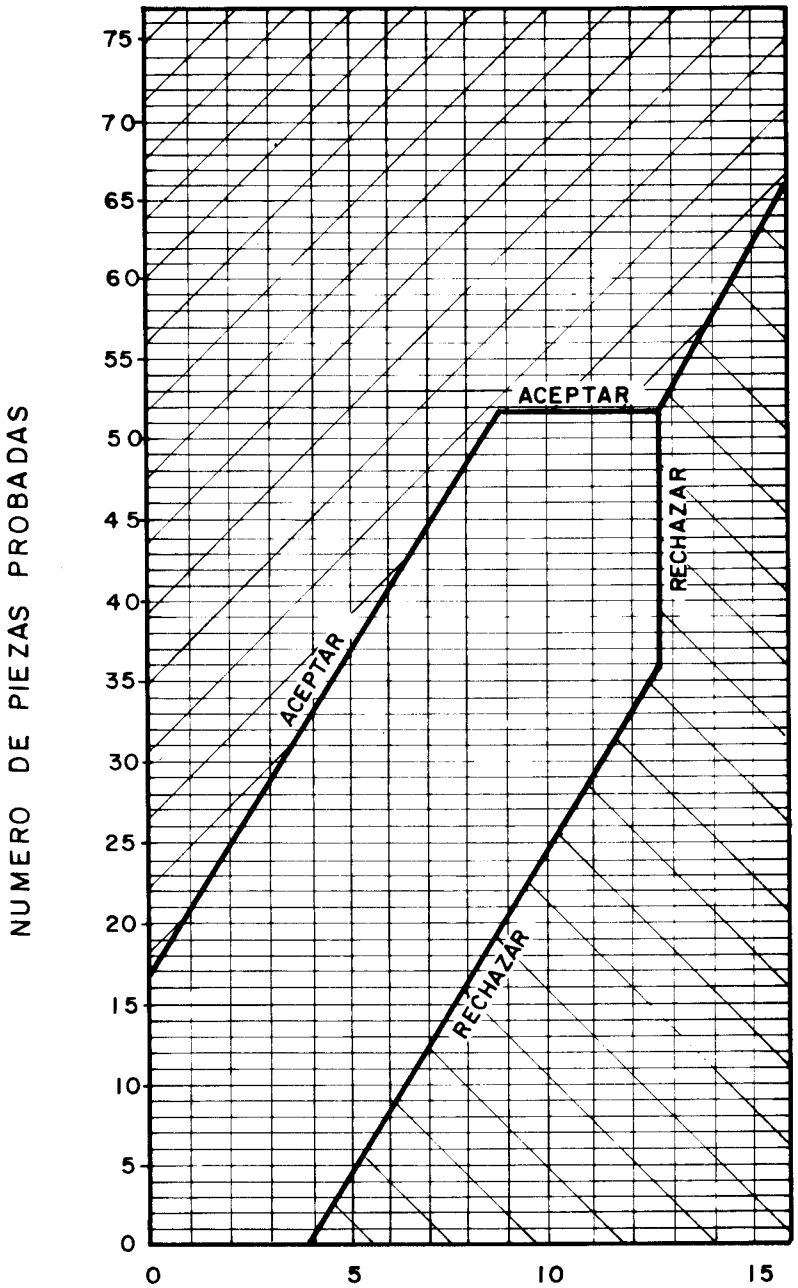
CONTROL DIMENSIONAL
Y DEL ASPECTO

OBSERVACIONES: _____

FECHA DE RECEPCION: _____

EL PROVEEDOR: _____ EL REPRESENTANTE: _____

Fig 001–74 Diagrama de Wald después de selección. Control dimensional y del aspecto. Tornillos y tuercas de acero para vías



PROVEEDOR

TIPO DE TORNILLOS

CONTROL DE CALIDAD

PRUEBAS DE:

— TENSION

— DOBLADO

— ATORNILLAMIENTO

— FORZAMIENTO

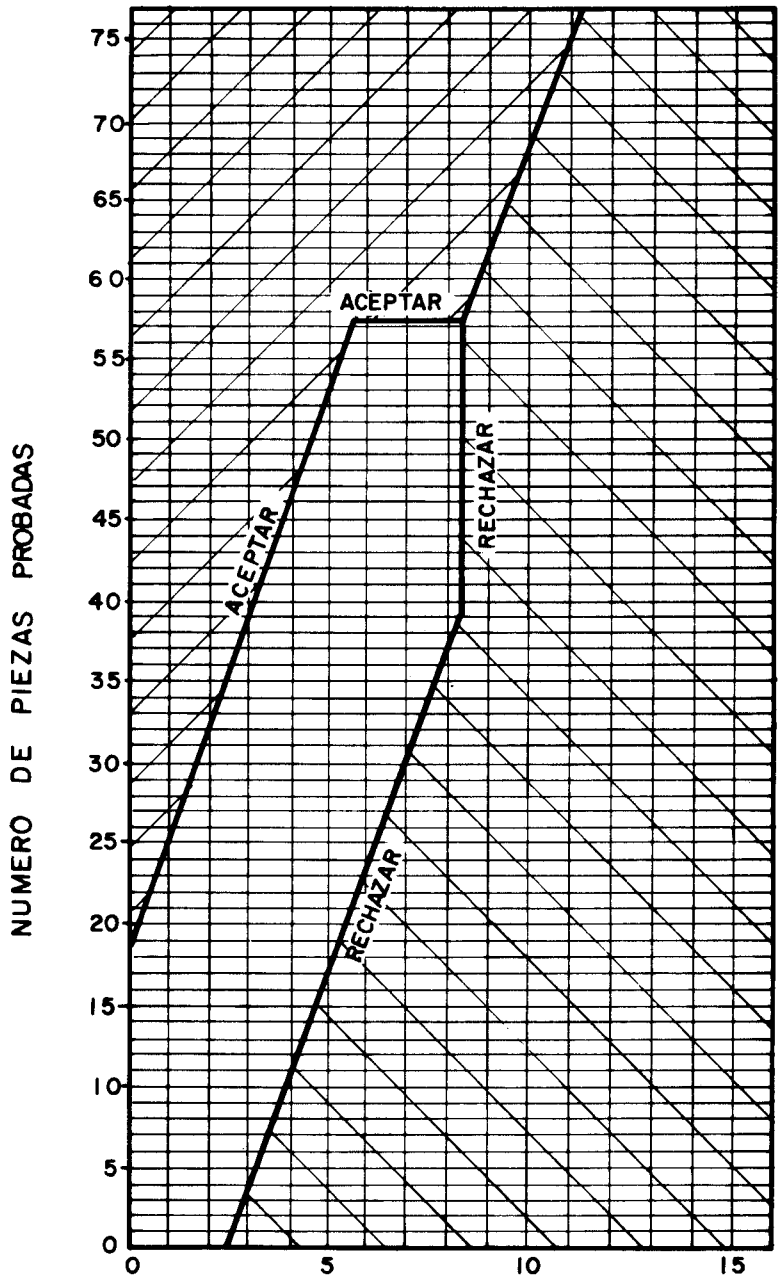
— DEFORMACION DE LA TUERCA

OBSERVACIONES: _____

FECHA DE RECEPCION: _____

EL PROVEEDOR: _____ EL REPRESENTANTE: _____

Fig 001 – 75 Diagrama de Wald. Lotes de 500 a 2 000 piezas. Tornillos y tuercas de acero para vías



PROVEEDOR

TIPO DE TORNILLOS

CONTROL DE CALIDAD

PRUEBAS DE:

— TENSION

— DOBLADO

— ATORNILLAMIENTO

— FORZAMIENTO

— DEFORMACION DE LA TUERCA

OBSERVACIONES: _____

FECHA DE RECEPCION: _____

EL PROVEEDOR: _____ EL REPRESENTANTE: _____

Fig 001-76 Diagrama de Wald. Lotes de 2001 a 100 000 piezas. Tornillos y tuercas de acero para vías

3. Pruebas

— Pruebas sobre el material. El análisis químico se efectuará según las indicaciones de la norma NOM B-1 y deberá cumplir con lo especificado en 001.D.10.c.03.

— La prueba de tensión se llevará a cabo en una probeta proporcional a la estándar según las indicaciones de la norma NOM B-172 y los resultados deberán satisfacer lo indicado en 001.D.10.c.02.

— La prueba de doblado se realizará según lo indicado en la norma NOM B-172; durante esta prueba no deberá producirse ningún desgarramiento de metal, fisura o grieta.

— Si en un lote de material alguna prueba no es satisfactoria, se podrán efectuar dos pruebas adicionales del mismo tipo; si alguna de estas dos pruebas adicionales no es satisfactoria el lote completo será rechazado.

— Prueba de tensión sobre piezas terminadas

El tornillo con su tuerca será sujetado por ambos lados en las fijaciones de una máquina de tensión y sometido a tensión hasta su ruptura. Las fijaciones serán preparadas especialmente para esta prueba y realizarán el centrado de la carga con relación a la pieza sometida a prueba. En ningún caso la ruptura deberá producirse en el punto de unión de la cabeza con el vástago. La carga que determina la ruptura se relacionará con la sección primitiva del vástago o con la sección determinada por el diámetro de fondo de la cuerda, según que la ruptura se produzca en la parte lisa o en la parte roscada; esta relación deberá cumplir con la resistencia a la ruptura por tracción indicada en 001.D.10.c.02.

— Prueba de doblado sobre piezas terminadas

El tornillo será doblado, si es posible en su parte lisa, a un ángulo de 30°. El tornillo se introducirá al menos hasta la mitad de su longitud, en un orificio practicado en un bloque de acero o de fundición, que tenga un diámetro de 1.10 veces el diámetro del tornillo y sus entradas redondeadas no rebasarán la mitad del diámetro de la pieza. En el curso de esta prueba, no deberán producirse grietas, fisuras ni rupturas.

— Prueba de forzamiento

El diámetro del tornillo que se someta a esta prueba, será designado por la letra "d"; deberá tener una longitud roscada cuando menos igual a 1.5d. Se introducirá en el vástago del tornillo un anillo de acero que tenga un diámetro exterior de 2d, aproximadamente y una altura que recubra al menos 0.5d de la parte roscada como se muestra en la fig 001-77; se fijará la cabeza del tornillo en un tornillo de banco. Se colocará la tuerca y se apretará con llave hasta alcanzar el alargamiento del tornillo. Las superficies en contacto sometidas a rozamiento serán previamente engrasadas. Conforme se vaya alargando el tornillo, se aumentará la altura del anillo intercalando progresivamente unas rondanas de manera de evitar que la tuerca tenga contacto con la parte ya alargada de la rosca del tornillo. La prueba será llevada hasta la ruptura del tornillo. Durante la operación, la parte roscada debe soportar un alargamiento y presentar un estrechamiento claramente visible. En ningún caso la ruptura deberá producirse en el punto de unión del vástago del tornillo con su cabeza.

— Prueba de atornillamiento

La tuerca deberá poderse montar manualmente, sin juego apreciable, en los dos tercios de su altura como mínimo; luego se atornillará a fondo con llave dinamométrica. El par registrado durante el recorrido de la tuerca en el tornillo, debe ser inferior a 3.5 daN-m (3.6 kg-m) para los tornillos con diámetro inferior o igual a 20 mm y a 4.5 daN-m (4.6 kg-m) para los tornillos con diámetro superior a 20 mm. En ambos casos el par deberá ser superior a 0.5 daN-m (0.5 kg-m).

— Prueba de deformación de la tuerca

Las tuercas que sean sometidas a esta prueba deberán tener su parte interior completamente lisa, sin vestigios de fileteados; el fondo de las tuercas ciegas será perforado y el apoyo será eliminado; para empezar la prueba se introducirá en la parte interior de la tuerca una varilla cilíndrica de acero, cuyo diámetro sea de 0.90 del diámetro interior teórico en la punta de los hilos de la tuerca. Enseguida, la tuerca es aplastada de canto mediante un martillo sobre un yunque, de manera que la superficie interna entre en contacto con la varilla.

Durante la prueba, no deberán producirse grietas ni fisuras. Si el Representante lo juzga necesario, la prueba se deberá continuar hasta la ruptura, con el fin de analizar la textura del material, la cual deberá ser fina, homogénea, sana y exenta de cristales brillantes.

001.D.10.c.10 Bases de aceptación

1. Todo tornillo del cual por lo menos una cota controlada se ubique fuera de las tolerancias o que no satisfaga el acabado requerido será considerado como "malo".

2. Si de acuerdo con los diagramas progresivos de Wald, el número de piezas muestreadas y probadas cae dentro de la zona de aceptación, el lote completo será aceptado; de lo contrario, se rechazará.

3. Durante una prueba, las piezas serán sucesivamente escogidas al azar en el lote a controlar; cada pieza se someterá a prueba y el resultado se vaciará en el diagrama antes de extraer la pieza siguiente (ver figs 001-73 a 001-76).

— Una pieza será considerada como "buena" si el resultado de la prueba o el control ejecutado es satisfactorio, se considerará como "mala" en el caso contrario.

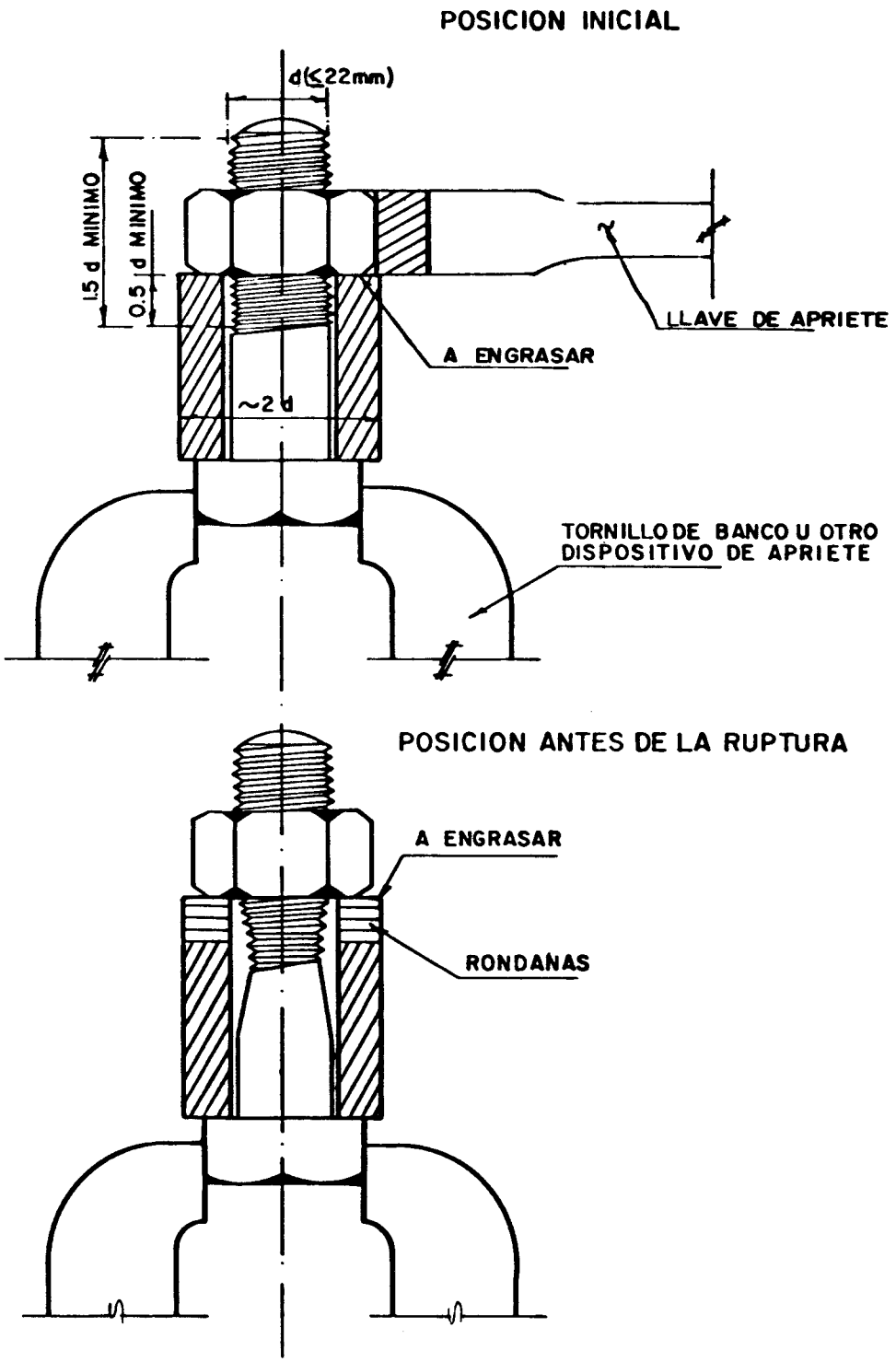


Fig 001- 77 Prueba de forzamiento. Tornillos y tuercas de acero para vías

— El desarrollo de los resultados es representado por un punto que se desplaza en el diagrama. La posición inicial del punto es en 0. A cada prueba "buena", el punto se desplaza una unidad paralelamente al eje de las ordenadas; a cada prueba "mala" se desplaza una unidad paralelamente al eje de las abscisas. La prueba se detiene cuando el punto ha penetrado en una de las zonas marcadas "aceptar" o "rechazar".

— Diferentes clases de pruebas que formen una serie, podrán ser inscritas en el mismo diagrama.

— Los diagramas relativos a cada serie de pruebas se adjuntarán al acta de recepción y deberán mostrar todas las posiciones sucesivas del punto representativo.

El Representante podrá autorizar que las extracciones sean efectuadas no por pieza, sino por toma en cuyo caso la cantidad de piezas que constituyen una toma será constante a lo largo de la prueba, fijada a priori y cuando mucho igual a 10.

Se indicará en el diagrama una posición del punto representativo después de la realización de la prueba en todas las muestras de la toma; el punto representativo se desplazará después de cada toma paralelamente al eje de las ordenadas tantas unidades como piezas tenga la toma y paralelamente al eje de las abscisas tantas unidades como piezas malas se hayan encontrado en la toma.

001.D.10.c.11 Garantía

El proveedor garantizará las piezas durante dos años contados a partir de la fecha de puesta en servicio de las mismas en las vías, sin que por eso pueda ejercerse ninguna reclamación después de más de cuatro años a partir de la fecha de fabricación de las piezas.

Toda pieza que durante este plazo llegue a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

Si así lo solicita el proveedor, la pieza fuera de servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.D.10.c.12 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantiza al Representante contra toda reclamación a este respecto.

001.D.11 TORNILLERIA ORDINARIA DE ACERO

001.D.11.a DESCRIPCION

Son los tornillos, tuercas y rondanas, con exclusión de los pernos y tuercas de vía que son objeto de otra especificación, fabricados con acero y utilizados en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

001.D.11.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Dureza Rockwell superficial en productos de hierro y acero; método de prueba	NOM B-119
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Método de prueba para la determinación de la uniformidad del recubrimiento de zinc en artículos de hierro y acero galvanizado (prueba de Preece)	NOM H-13
Roscas métricas ISO; selección de diámetros para tornillos y tuercas de 1 a 39 mm de diámetro	NOM H-50

001.D.11.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.11.c.01 Condiciones de fabricación

La elección de los tipos de acero se dejará a la iniciativa del proveedor con la condición de que los suministros cumplan con las características y las pruebas mecánicas previstas por la presente especificación. Antes de iniciar la fabricación, el proveedor tendrá la obligación de elaborar a su cargo y someter a la aprobación del Representante dos series de escantillones "pasa" y "no pasa", machos y hembras. Si son considerados exactos, éstos serán estampados y una serie de los mismos será regresada al proveedor, quien podrá utilizarla para el control de los calibres necesarios en la fabricación. La segunda serie de escantillones se quedará en poder del Representante.

1. Los tornillos y las tuercas se obtendrán por forja en caliente o en frío, o por torneado particular. Las tuercas podrán fabricarse también por recorte.

2. Los fileteados podrán realizarse por eliminación o deformación del metal.

3. Las rondanas se obtendrán por forja en caliente o torneado particular.

4. Las piezas serán fabricadas conforme a las indicaciones de los planos de proyecto aprobados por el Representante; estas indicaciones precisan:

   — La forma y las dimensiones de las cabezas.

   — La longitud del vástago y de la parte roscada.

   — El fileteado.

   En particular, los pasos de los fileteados serán los indicados en la tabla 001-19 (según la norma NOM H-50).

Tabla 001-19. Pasos de los fileteados

Diámetro nominal, en mm	Paso, en mm
10	1.5
12	1.75
14	2
16	2
18	2.5
20	2.5
22	2.5
24	3
27	3
30	3.5
33	3.5

Las tolerancias en las dimensiones principales serán las siguientes:

— Diámetro del vástago en la parte lisa: $^{+\ 0}_{-\ 0.2}$ mm

— Largo del vástago: ± 3 mm

— Largo roscado ± 2 mm

— Dimensiones entre caras de la cabeza del tornillo: $^{+\ 0}_{-\ 1}$ mm

— Dimensiones entre caras de la tuerca: $^{+\ 0}_{-\ 1}$ mm

— Altura de la cabeza y altura de la tuerca: $^{+\ 1.4}_{-\ 0.7}$ mm

— Diámetro de las rondanas: ± 2.5 mm

5. Los tornillos y las tuercas deberán llevar las siguientes marcas de fabricación:

   — La marca del fabricante.

   — Un símbolo correspondiente a la resistencia mecánica requerida para las piezas de diámetro igual o superior a 5 milímetros.

   Las cifras que constituyen los símbolos de marcación deberán tener, dentro de lo posible, 3 mm de altura como mínimo.

6. Deberá eliminarse la rebaba de todas sus partes. La acción de quitar la rebaba se realizará de manera que no se produzca ningún desgarre ni deje subsistir ninguna aspereza en las caras de apriete. Los vástagos deben ser perfectamente lisos y rectilíneos, sin escamas, grietas o fisuras. Las cabezas estarán bien formadas y perfectamente centradas; lo mismo vale para las tuercas. Además, las cabezas no deberán presentar ningún doblez de metal en su zona de unión con el vástago. Las superficies de apriete de los tornillos y de las tuercas deberán ser planas y perpendiculares al eje longitudinal. Las roscas estarán bien formadas, uniformes y llenas. Los tornillos y las tuercas deberán estar exentos de dobleces, inclusiones y quemaduras. Si los tornillos tienen seguro, éste no deberá ser adaptado y no deberá presentar ninguna falla de material. Si está previsto un barreno para chaveta, éste deberá ser taladrado perpendicularmente al eje del tornillo.

   En caso de que los planos o el pedido así lo especifiquen, los tornillos, las tuercas, y las rondanas se someterán a un tratamiento de superficie por galvanizado o cadminizado. El fileteado del tornillo se realizará antes del tratamiento. Este tratamiento deberá efectuarse por depósito electrolítico de zinc o de cadmio. El método de tratamiento se deja a elección del proveedor. El espesor mínimo del depósito deberá ser igual a 15 micras.

001.D.11.c.02 Condiciones de recepción

Los materiales, los tornillos y las tuercas deberán presentar las características mecánicas siguientes:

— Resistencia a la tenacidad: no deberá observarse ninguna señal de ruptura en la unión entre cabeza y vástago.

— Límite aparente de elasticidad $Re \geq 29.0$ daN/mm² (2958 kg/cm²).

— Resistencia a la tracción (R): 49.0 daN/mm² (4998 kg/cm²) $\leq R \leq$ 69.0 daN/mm² (7033 kg/cm²).

— Alargamiento después de la ruptura $A \geq 20\%$.

— Dureza Rockwell B: $77 \leq HRB \leq 97$.

1. El Representante tendrá libre acceso a cualquier hora, durante todo el tiempo que dure la ejecución del suministro, a las secciones de la planta en donde se fabriquen las piezas. Podrá afectuar todas las verificaciones que juzgue necesarias para asegurarse de que las condiciones de fabricación sean exactamente respetadas.

   El proveedor deberá estar en condiciones de efectuar todas las pruebas prescritas; éstas estarán a su cargo y pondrá el personal y el equipo necesario a disposición del Representante.

   Los materiales y piezas sometidos a pruebas o controles no serán facturados.

2. Acondicionamiento de los suministros. Las piezas se colocarán dentro de embalajes sólidos (barriles, cajas o toneles metálicos), que los protejan de la intemperie y golpes durante el transporte. Estos embalajes no deben haber servido anteriormente para un uso que los pueda hacer susceptibles de perjudicar las piezas.

   Los embalajes se cerrarán una vez que los haya revisado el Representante, quien en caso de apro-

bación los marcará en el acto, en forma visible e indeleble.

Cada embalaje contendrá un sólo tipo de tornillos, tuercas o rondanas.

Cada embalaje llevará en forma legible e indeleble, y si es necesario, en una etiqueta sólidamente adherida, las indicaciones siguientes:

— El nombre o la marca del fabricante.

— El número del pedido.

— El tipo de las piezas.

— El número y el peso total de las piezas.

— La fecha de fabricación.

Los tornillos, tuercas y rondanas enviados sin ser marcados ni acondicionados como está prescrito, serán rechazados. El embalaje no será pagado al proveedor y tampoco será devuelto.

Si no se requiere ningún tratamiento especial de protección (galvanización, cadminizado), los tornillos, tuercas y rondanas deberán protegerse contra el óxido. Cualquiera que sea el procedimiento adoptado, todas las superficies, en particular las partes maquinadas, deberán ser recubiertas con un producto resistente.

3. Naturaleza y proporción de las pruebas y controles. Los tornillos y las tuercas serán sometidos a las pruebas y a los controles siguientes:

— Pruebas de dureza Rockwell B para los tornillos y tuercas.

— Pruebas de tenacidad de la cabeza de los tornillos.

— Pruebas de deformación para las tuercas.

— Control dimensional y control del acabado.

— Medición del espesor del depósito electrolítico.

— Prueba de adherencia.

Las piezas serán agrupadas por lotes de 10 000 piezas o fracción, de igual tipo, mismo modelo de cabeza y mismo diámetro de vástago. Para cada lote homogéneo así formado, la proporción de las pruebas y controles a efectuar será la siguiente:

— 5 pruebas de dureza como mínimo o 5 pruebas de tracción.

— 15 pruebas de tenacidad de la cabeza del tornillo, como mínimo.

— 10 pruebas de deformación de tuercas, como mínimo.

— Al menos tres mediciones del espesor de zinc o de cadmio y tres pruebas de adherencia como mínimo para el control de la galvanización o del cadminizado.

— Para el control dimensional el número de muestras se deja al criterio del Representante.

4. Prueba de dureza Rockwell para los tornillos y tuercas. La prueba se llevará a cabo como lo indica la norma NOM B-119; para los tornillos, la huella se hará en una sección transversal practicada dentro de la parte roscada. Para las tuercas, la huella deberá hacerse en una cara de apoyo debidamente esmerilada con el único objeto de eliminar heterogeneidades de estructura entre la superficie y la parte interior de ésta. Las operaciones de esmerilado, aserrado o de recorte con herramienta para preparar la muestra de dureza, deberán hacerse sin calentamiento. El recorte con tronzador está prohibido. La distancia del centro de una huella de dureza, al borde de la pieza, será cuando menos igual a 3 milímetros.

5. Prueba de tracción. La prueba de tracción se realizará en probetas maquinadas, extraídas del vástago para los tornillos, o bien, de las barras de origen para las tuercas. Las muestras de las barras serán sometidas, antes del maquinado, a los mismos tratamientos térmicos que las tuercas.

   Se usará una probeta proporcional, para lo cual la longitud entre marcas "L_o" para la medición de alargamiento, se establecerá mediante la relación $L_o = 5d$ (donde "d" es el diámetro de la probeta). El diámetro "d" no deberá ser superior a los valores siguientes:

   — 10 mm para las probetas maquinadas en los tornilos.

   — 20 mm para las probetas maquinadas en las barras.

   La prueba se realizará de acuerdo a la norma NOM B-172.

6. Prueba de tenacidad de la cabeza de tornillo. El tornillo de diámetro "d" se introducirá en un barreno cilíndrico de diámetro d + 0.2 mm inclinado 60° respecto a la superficie horizontal plana de un bloque de acero.

   Después de varios golpes de martillo sobre la cabeza del tornillo para doblarlo sobre la superficie plana, no deberá observarse ninguna señal de ruptura en el radio de empalme entre la cabeza y el vástago.

7. Prueba de deformación de las tuercas. Si las tuercas tienen una base que sobresalga, se eliminará cuidadosamente y se taladrará el fondo de las tuercas ciegas.

   Para efectuar la prueba, primero se introducirá, en la parte interior alisada de la tuerca, una varilla cilíndrica de acero que tenga diámetro igual al diámetro interior teórico en el vértice de la rosca, reducido en 10 por ciento. Luego se aplastará la tuerca en su canto con un martillo sobre un yunque, de manera que la superficie interna llegue a tocar la varilla.

   En el transcurso de la prueba, no deberán producirse ni grietas ni fisuras.

8 Control dimensional y acabado. El control de los roscados se hará con los calibres fabricados para el caso. Las tolerancias y el rematado de ejecución deberán corresponder a las indicaciones dadas en 001.D.11.c.01(4 y 6).

9. Medición del espesor del depósito electrolítico. El control del espesor de zinc o de cadmio depositado se ejecutará como lo indica la norma NOM H-13.

10. Prueba de adherencia. El objeto de la prueba es determinar los depósitos cuya adherencia sea muy mala. Por lo tanto se trata de una prueba exclusivamente cualitativa.

Se traza en una superficie galvanizada o cadminizada con una punta de acero templado, una cuadrícula cubriendo una superficie de 15 x 15 mm. La distancia entre cada línea debe ser de 3 mm aproximadamente y la profundidad tal que corte por completo el revestimiento electrolítico. El revestimiento no deberá desprenderse.

001.D.11.c.03 Criterio de aceptación

El o los lotes de piezas, serán aceptados si todas las pruebas mecánicas, de controles dimensionales y de los controles del tratamiento de protección son satisfactorios.

1. Si una sola prueba de tenacidad o de deformación no es satisfactoria, el lote correspondiente será rechazado. Lo mismo ocurre si dos pruebas de dureza o de control del revestimiento electrolítico de protección no dan resultados satisfactorios. Pero si sólo la prueba de dureza no da resultado satisfactorio, se podrán efectuar cinco pruebas adicionales de dureza. Si una sola de estas pruebas adicionales es desfavorable, todas las piezas del lote correspondiente serán rechazadas.

2. En caso de que el rechazo sea consecuencia del control dimensional, el proveedor tendrá la facultad de seleccionar, a su cargo, las piezas del lote incriminado y de volver a presentarlo para recepción.

001.D.11.c.04 Garantía

El proveedor garantizará sus piezas durante un año contado a partir de la fecha de colocación de las mismas en las instalaciones; no obstante, ninguna reclamación podrá ser presentada después de tres años contados a partir de la fecha de fabricación de las piezas.

Toda pieza que durante este plazo se deteriore por causas no imputables al desgaste normal o en la que se observen defectos de fabricación no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago, por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza.

La pieza defectuosa le será regresada al proveedor, si así lo solicita éste, con los gastos de transporte a su cargo.

001.D.11.c.05 Derechos de patente

Los derechos de patente que puedan presentarse estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.12 TORNILLOS PARA FIJACION DE AISLADORES EN VIA SOBRE CONCRETO Y EN DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.12.a DESCRIPCION

Son tornillos de acero de longitudes bien definidas destinados a la fijación de los aisladores que soportan las barras guía en la vía sobre concreto y en los durmientes de concreto del Metro de la Ciudad de México.

Esta especificación será aplicable para los tornillos que se fabriquen en el continente americano. De no ser así deberá aplicarse la especificación 4.02.01.001.D.10 en la calidad del acero; en lo que respecta a lo demás deberá cumplirse con la presente especificación.

001.D.12.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Práctica recomendada para la elección del tamaño de muestras para estimar la calidad promedio de un lote o proceso	ASTM E-122
Roscas métricas ISO-Selección de dimensiones para tornillos y tuercas de 1 a 39 mm de diámetro	NOM H-50

001.D.12.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.12.c.01 Condiciones de fabricación

1. Fabricación. El acero utilizado para la fabricación de los tornillos será elaborado mediante uno de los procedimientos siguientes, a elección del proveedor: Thomas, Bessemer, Siemens-Martin (ácido), Siemens-Martin (básico), eléctrico o por sopladura de oxígeno.

2. Los tornillos deberán fabricarse de una sola pieza, sin soldaduras y las cabezas de los tornillos se obtendrán por forja en caliente de la masa. Sin embargo, el Representante, después de realizar un programa de pruebas comparativas de forjado, de exámenes metálicos y de controles di-

mensionales, puede autorizar la ejecución de procedimientos de forjado en frío que lleven a obtener piezas de un nivel de calidad cuando menos igual al obtenido por forjado en caliente.

3. El procedimiento de roscado de los cuerpos de los tornillos se dejará a elección del proveedor.

4. Antes de iniciar la fabricación, el proveedor tendrá la obligación de elaborar a su cargo y de someter a la aprobación del Representante dos series de calibradores del tipo "entra", "no entra"; si son considerados exactos, éstos serán estampados y una serie de los mismos será regresada al proveedor quien podrá utilizarla para el control de los calibres necesarios en la fabricación. La segunda serie de calibradores quedará en poder del Representante.

5. Las características de los fileteados de los tornillos serán conforme a las prescripciones del ISO para cuerdas M-22, según norma NOM H-50:

   — Paso (mm): 2.5

   — Diámetro mayor de la cuerda (mm): 21.958 máximo, 21.623 mínimo.

   — Diámetro efectivo de la cuerda (mm): 20.334 máximo, 20.164 mínimo.

   — Diámetro menor de la cuerdo (mm): 18.891 máximo, 18.541 mínimo.

6. Los tornillos deberán ser debidamente rebabeados en todas sus partes. El rebabeado se hará de manera que no se produzca ningún desgarramiento ni quede alguna aspereza en las caras de contacto.

   Los vástagos de los tornillos deberán ser perfectamente lisos y rectilíneos sin escamas, grietas y fisuras Las cabezas deberán estar bien formadas y perfectamente centradas; además, no deberán presentar ningún doblez de metal en la zona de unión con el vástago. Las superficies de apriete deberán ser planas y perpendiculares al eje longitudinal. Las roscas deberán ser bien formadas, uniformes y compactas. Los tornillos deberán estar exentos de dobleces, inclusiones o quemaduras.

001.D.12.c.02 Condiciones de recepción

1. Mecánicas

   — Límite de ruptura mínimo: 74.5 daN/mm² (7600 kg/cm²).

   — Límite elástico mínimo: 54.0 daN/mm² (5500 kg/cm²).

   — Alargamiento mínimo en 50 mm: 12%.

   — Reducción de área: 25% mínimo.

   — Prueba de doblado. No deberán producirse grietas, fisuras o rupturas.

   — Ensaye de forzamiento. Durante la prueba la parte roscada del tornillo deberá presentar un alargamiento y un estrechamiento claramente visible; en ningún caso la ruptura deberá producirse en el punto de unión del vástago del tornillo con su cabeza.

2. Químicas

   Para el control de la calidad del material en bruto, el Representante podrá aceptar un certificado de laminación por colada. Los resultados del análisis químico deberán ser de acuerdo a los siguientes valores:

   — Carbono C : 0.30 % máximo

   — Fósforo P : 0.05 % máximo

   — Azufre S : 0.60 % máximo

001.D.12.c.03 Supervisión

1. El Representante tendrá libre acceso a cualquier hora y durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido, a los sitios donde el proveedor fabrique los tornillos para comprobar que las condiciones de fabricación se cumplan exactamente.

2. Las fábricas productoras del acero y el proveedor deberán estar en condiciones de efectuar todas las pruebas prescritas; la preparación de las pruebas estará a cargo del proveedor, quien pondrá el personal y los equipos necesarios a disposición del Representante.

3. Las piezas o los materiales sometidos a las pruebas o controles no serán facturados al Representante, con excepción de las piezas sometidas a la prueba de los filetes y de las piezas sometidas al control dimensional que hayan resultado buenas y que serán entregadas con el lote correspondiente.

001.D.12.c.04 Muestreo

1. A menos que se indique lo contrario, el muestreo para los ensayes de tracción, de doblado y de forzamiento tanto en el material como en las piezas terminadas, se efectuará según la norma ASTM E-122.

2. El muestreo y el criterio de aceptación para el ensaye de control de los fileteados de las cuerdas y el control dimensional se realizarán según la especificación 4.02.01.001.G.05.

001.D.12.c.05 Dimensiones y tolerancias

1. Las dimensiones y tolerancias son las indicadas en la fig 001-78.

2. Las tolerancias para los fileteados de las cuerdas de los tornillos serán las indicadas en 001.D.12.c.01(5).

001.D.12.c.06 Pruebas

1. Pruebas en el material. Independientemente del certificado por colada mencionado en 001.D.12.c.02(2), el Representante podrá si lo juzga necesario, efectuar análisis de control adicionales según lo indica la norma NOM B-1.

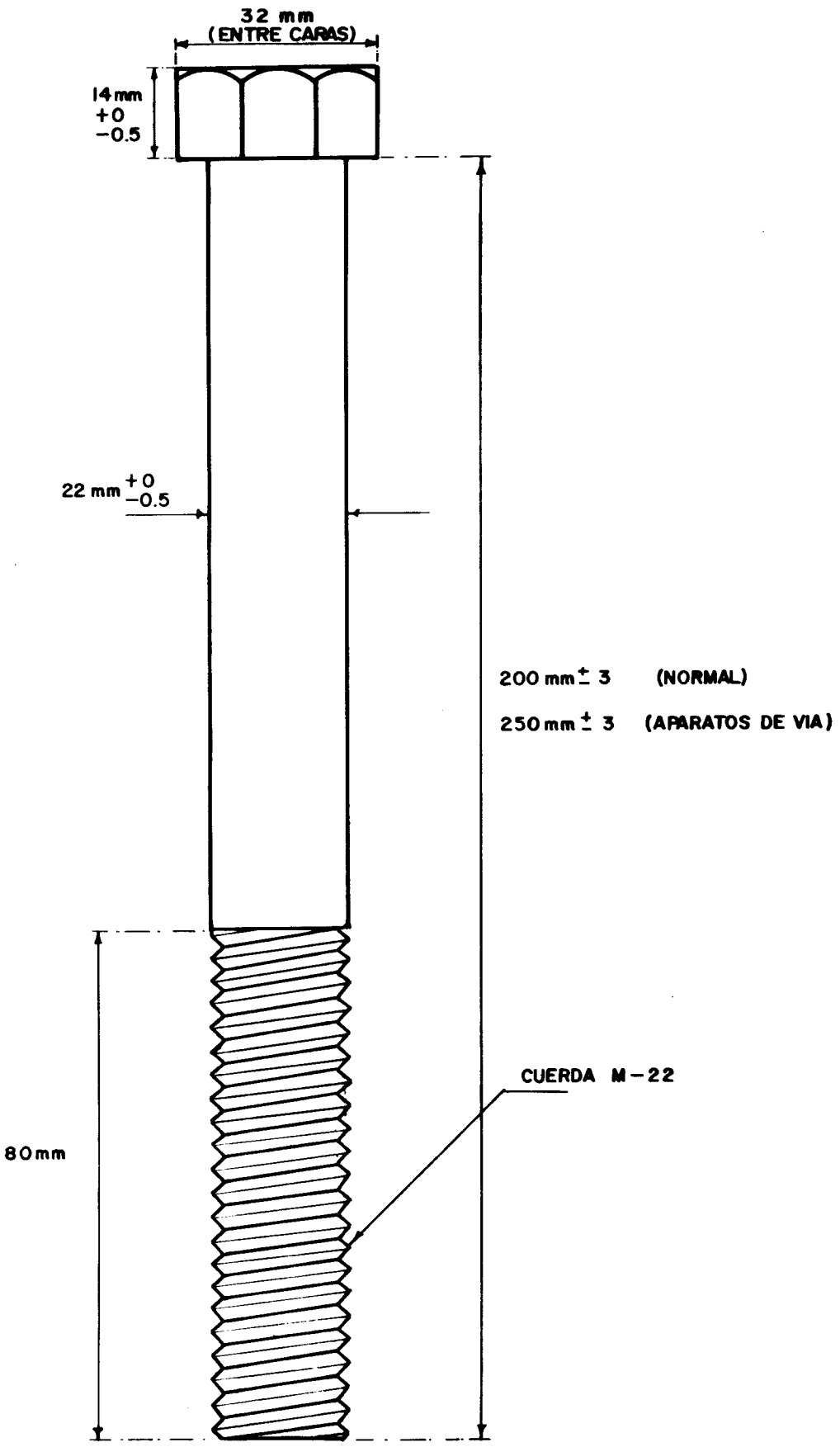


Fig 001-78 Dimensiones y tolerancias de tornillos para fijación de aisladores

2. Pruebas sobre piezas terminadas

— Prueba de tracción. El tornillo a ensayar, con una tuerca acoplada a él, será sujetado por ambos lados por los dispositivos de una máquina de prueba y sometido a tracción hasta la ruptura.

— Prueba de doblado. El tornillo sometido a prueba, se introducirá al menos hasta la mitad de su longitud en un orificio practicado en un bloque de acero. El diámetro del orificio no será superior a 11/10 del diámetro del tornillo. El tornillo será doblado, si es posible en su parte lisa, a un ángulo de 30°.

— Prueba de forzamiento. El tornillo que se va a someter a la prueba y cuyo diámetro será designado por la letra "d", deberá tener una longitud roscada cuando menos igual a 1.5 d. Se introducirá en el vástago del tornillo un anillo de acero que tenga un diámetro exterior de 2d, aproximadamente a una altura que recubra al menos 0.5d de la parte roscada. La cabeza del tornillo será fijada a un tornillo de banco. Se colocará una tuerca en el tornillo a ensayar y se apretará con llave hasta alcanzar el alargamiento del tornillo. Las superficies en contacto sometidas a rozamiento, serán previamente engrasadas conforme se vaya alargando el tornillo; se aumenta la altura del anillo intercalado progresivamente unas rondanas de manera que se evite que la tuerca esté en contacto con la parte ya alargada de la cuerda del tornillo (ver fig 001-79). La prueba será llevada hasta la ruptura.

001.D.12.c.07 Bases de aceptación

1. Para el material. Si la composición química del material está fuera de los valores establecidos, la colada será rechazada a menos que, a solicitud del proveedor, se proceda a otro análisis. Este nuevo análisis se efectuará en dos muestras suplementarias escogidas por el Representante; estos análisis se realizarán con cargo al proveedor y en un laboratorio indicado por el Representante. Cada uno de los análisis en las muestras complementarias, así como el promedio de los ahora tres análisis deberán cumplir con los requisitos marcados en 001.D.12.c.02(2).

2. Para la prueba de tracción. Si los resultados del primer grupo de tornillos no son satisfactorios, se efectuarán ensayes complementarios en otros dos grupos tomados del mismo lote y ensayados de la misma manera que el grupo de tornillos no satisfactorios.

   Si uno de los dos nuevos grupos no cumple con los requisitos marcados, el lote será rechazado a menos de que el proveedor proceda a un nuevo tratamiento del lote. Lo anterior no podrá repetirse más de dos veces. Después del nuevo tratamiento, los ensayes serán repetidos. Un contraensaye será también admitido si el porcentaje de alargamiento de las probetas de tracción es inferior a 12 por ciento y si una parte cualquiera de la fractura se encuentra a más de 19 mm del centro de la longitud entre las marcas de referencia colocadas antes de la prueba.

3. Para las pruebas de doblado. Si los resultados del ensaye en su primer grupo de tornillos no es satisfactorio, se realizarán pruebas complementarias sobre otros dos grupos del mismo lote. Si uno de los dos nuevos grupos no cumple con las condiciones impuestas, el lote será rechazado.

4. Para las pruebas de forzamiento. Si los resultados de la prueba en su primer grupo de tornillos no es satisfactorio, se realizarán pruebas complementarias sobre otros dos grupos del mismo lote. Si uno de los dos nuevos grupos no cumple las condiciones impuestas, el lote será rechazado.

001.D.12.c.08 Identificación

Cada tornillo deberá llevar las siguientes marcas en la parte superior de la cabeza, con caracteres en relieve de 0.5 mm, y una altura de 5 mm:

— La marca del fabricante (en abreviatura).

— Las dos últimas cifras del año de fabricación.

001.D.12.c.09 Embalaje

1. Las piezas se colocarán dentro de embalajes resistentes (barriles, cajas o cilindros metálicos), que los protejan de la intemperie y de los golpes durante su transporte.

2. Los embalajes utilizados para la expedición no deberán haber servido anteriormente para un uso que los haga susceptibles de perjudicar los materiales.

3. Los embalajes se cerrarán después de la revisión por parte del Representante, quien en caso de aprobación, los marcará en el acto en forma visible e indeleble.

4. Cada embalaje deberá llevar de manera legible e indeleble, una etiqueta sólidamente adherida con las indicaciones siguientes:

   — Nombre o marca del proveedor.

   — Número de pedido.

   — Descripción del contenido.

   — Peso total y número de piezas.

   — Fecha de fabricación.

5. El embalaje no será pagado ni devuelto al proveedor y pasará a ser propiedad del Representante. Los tornillos embarcados sin que lleven las marcas y los requerimientos prescritos, serán rechazados.

001.D.12.c.10 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas durante dos años contados a partir de la fecha de puesta en servicio de las mismas en la vía.

2. Toda pieza que durante este plazo llegara a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual

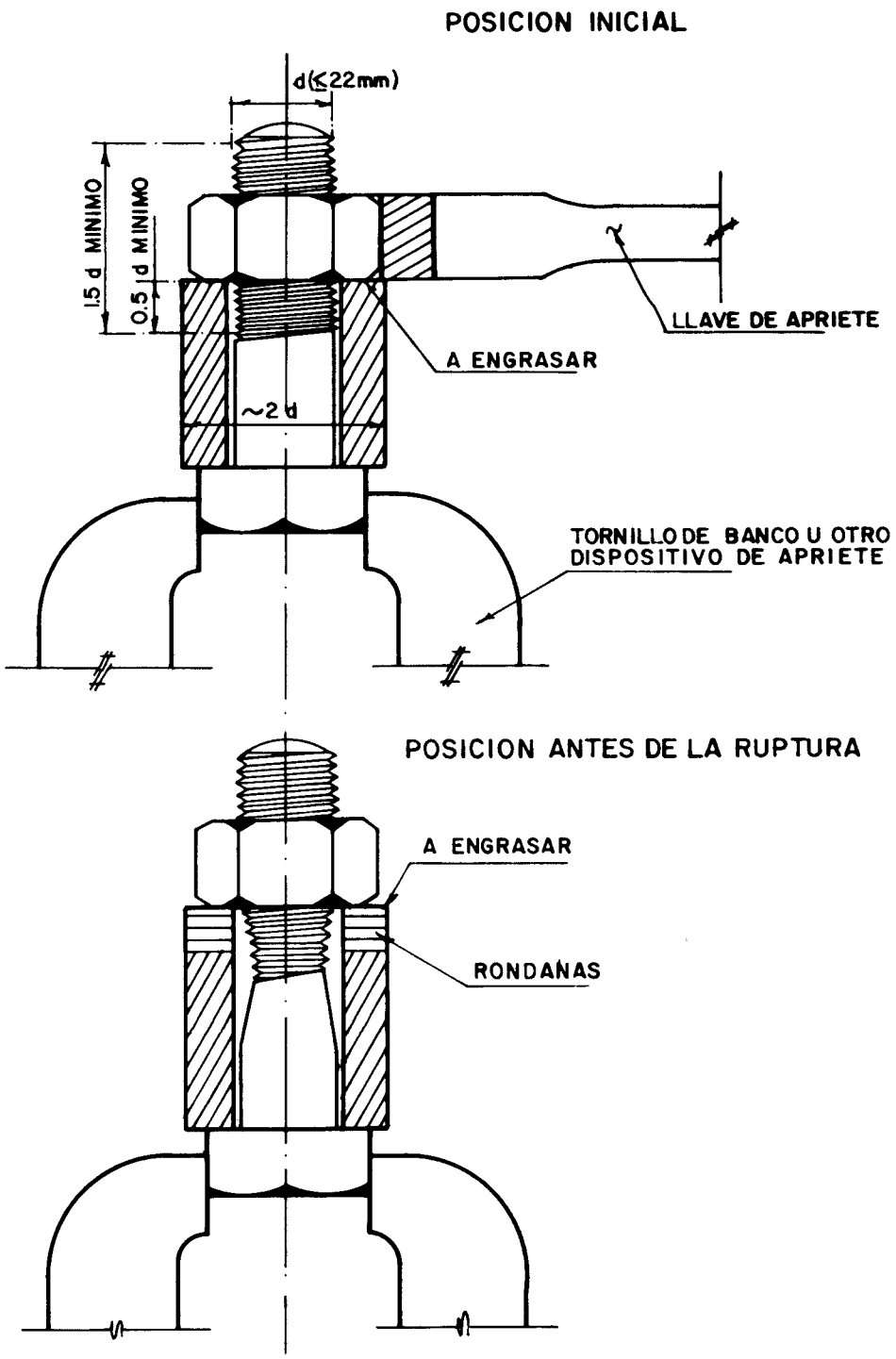


Fig 001-79 Prueba de forzamiento. Tornillos para fijación de aisladores

al valor de la pieza. Si así lo solicita el proveedor, la pieza fuera de servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.D.12.c.11 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.13 GRAPAS PARA LA FIJACION DE RIELES Y PISTAS EN DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.13.a DESCRIPCION

Las grapas para la fijación de los rieles y las pistas en los durmientes de concreto tienen como finalidad fijar y mantener en su posición correcta a estos perfiles en la vía; para este fin están diseñadas con una geometría particular que comprende dos alas exteriores que asientan sobre los patines inferiores de la pista y riel y/o el propio durmiente y además una parte central que sirve para llenar los espacios libres entre los perfiles y el durmiente; la parte central lleva un agujero de forma ovalada a través del cual pasa la parte superior del perno tirafondo que se encuentra fijo al durmiente y con el cual se hace la conexión al durmiente de concreto.

La longitud de la parte central de las grapas es variable por necesidades de instalación y ajuste de la vía; así, se tienen por esta causa diferentes tipos de grapas designadas cada una por un número diferente. La más común es la del No. 9 y se pueden tener según se requiera o se defina en el proyecto, inferiores o superiores a la del No. 9; cada incremento o decremento en la numeración significa que la grapa tiene 2 mm en más o en menos, respectivamente, en la longitud de la parte central de la grapa.

Para lograr la fijación provisional del riel durante los trabajos de instalación de la vía se necesita de un tipo especial de grapa que tiene una muesca en su parte central; esta grapa puede ser también de cualquiera de los números en que se requiera de acuerdo con lo indicado anteriormente.

001.D.13.b REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.13.b.01 Fabricación

Las grapas se fabricarán con nylon 6/6 o con material similar, aprobado por el proyecto; éstas deberán ser moldeadas por inyección y tratadas después del moldeado para eliminar las tensiones internas y restituir al material la humedad necesaria para su buen comportamiento en la vía.

001.D.13.b.02 Requisitos mecánicos

1. Flexibilidad de las alas. Al término de la prueba ninguna grapa deberá presentar rupturas o fisuras.

2. Flexión. Al término de la prueba ninguna grapa ensayada deberá presentar rupturas o fisuras.

3. Compresión. Ninguna grapa deberá presentar:

   — Bajo carga de 6 t una deformación máxima, superior a 45/10 de milímetro.

   — Una deformación residual superior a 15/10 de milímetro, medida dos minutos después de anularse la carga de 6 toneladas.

   — Al término de la prueba ninguna pieza deberá presentar rupturas o fisuras.

4. Fragilidad. La grapa será considerada como buena si al término de la prueba no presenta ninguna ruptura o fisura.

001.D.13.b.03 Aspecto y dimensiones

Las piezas presentadas deberán ser sanas, con bordes bien formados, sin rebabas ni defectos; las superficies serán lisas y no se aceptará ninguna cavidad o hendidura.

Las dimensiones deberán cumplir con las indicaciones de los planos de proyecto y sus tolerancias.

001.D.13.b.04 Marcas

Cada grapa deberá llevar la marca del fabricante, las últimas dos cifras del año de fabricación y el número de la grapa. Dichas marcas deberán ser en relieve y figurar de conformidad con las indicaciones anotadas en los planos de proyecto.

001.D.13.b.05 Empaque

Las grapas serán entregadas según las indicaciones del Representante.

001.D.13.b.06 Muestreo

1. Las grapas presentadas para su recepción, serán agrupadas por lotes homogéneos de 10 000 piezas como máximo.

   Cada lote o fracción de lote dará lugar a una serie completa de las pruebas que se indican en 001.D.13.b.07.

2. Las tomas de muestras para pruebas deberán efectuarse al azar para que sean representativas del lote; el muestreo se tomará, del principio, del medio y del final del lote. Se tomarán cuando menos 45 grapas.

3. Cada ensaye se efectuará sobre 15 grapas; la prueba de flexibilidad de las alas y la prueba de flexión deberán realizarse, según el orden antes indicado sobre las mismas 15 grapas.

   En el ensaye de fragilidad se probarán 15 grapas como mínimo.

4. El Representante tendrá libre acceso a los talleres del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido; podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias.

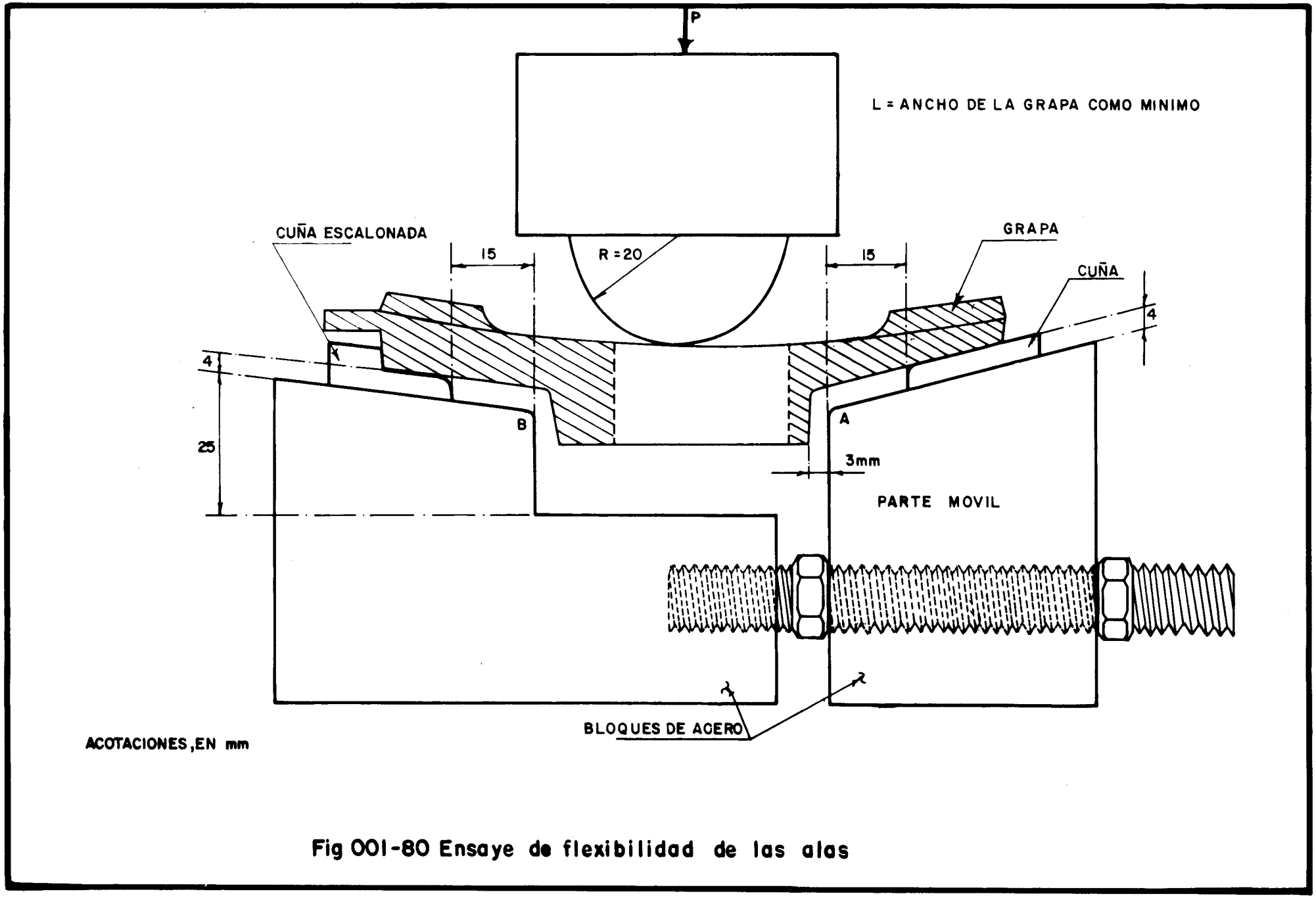


Fig 001-80 Ensaye de flexibilidad de las alas

001.D.13.b.07 Pruebas

1. Prueba de flexibilidad de las alas (fig 001-80). La grapa a ensayar se colocará sobre un dispositivo especial formado por dos bloques de acero, de los cuales uno es móvil. Cada bloque incluye. en su parte superior, una cuña de 4 mm de espesor fijada a 15 mm del borde interior del bloque, sobre la que se apoyará el ala de la grapa; la cuña del lado fijo (talón de la grapa), presenta un escalón en el que se apoyará la extremidad del ala de la grapa que lleva la lengüeta.

   Después de colocarse la grapa a ensayar, el bloque móvil será regulado y fijado a 3 mm del cuerpo de la misma. Montado así, el conjunto del dispositivo será colocado debajo de una prensa. La grapa será sometida entonces, mediante un medio cilindro de 20 mm de radio colocado al centro y transversalmente a la grapa, a una presión vertical suficiente para que las alas toquen a los dos bloques del dispositivo en los puntos A y B. Este contacto será mantenido durante un minuto.

2. Prueba de flexión (fig 001-81)

   Esta prueba sólo puede efectuarse sobre grapas cuyo apoyo en las cuñas puede realizarse correctamente; la dimensión D debe ser mayor que 40 mm. La grapa a ensayar se coloca sobre un dispositivo que contiene dos placas que distan entre sí 30 mm y tiene un espesor calculado de tal manera que el cuerpo de la grapa a ensayar, colocado sobre dichas placas con apoyos uniformemente repartidos, quede con la parte superior de las dos alas al mismo nivel, en las dos extremidades. El dispositivo se colocará entonces debajo de una prensa.

   La grapa será sometida entonces a una fuerza vertical de 3 t, que será mantenida durante un minuto. La carga se aplicará a través de un medio cilindro de 20 mm de radio colocado transversalmente a la grapa y al centro de las placas de apoyo.

3. Prueba de compresión (fig 001-82)

   La grapa a ensayar, con su placa elástica, se coloca en un dispositivo especial que represente su posición en la vía. Se apretará por medio de un tornillo de 18 mm de diámetro, hasta lograr el contacto entre la placa elástica y la grapa propiamente dicha.

   El dispositivo de prueba deberá tener un extensómetro con sensibilidad de 1/10 mm como mínimo, que permita controlar durante la prueba, las variaciones de la dimensión de la parte central de la grapa sometida a la compresión (cota D de la grapa).

   El dispositivo será colocado entonces verticalmente debajo de una prensa y el extensómetro se pondrá en cero para una carga de 500 kilogramos.

   Luego la carga se incrementará hasta 6 t y el extensómetro marcará entonces la deformación máxima de la grapa. La pieza se dejará bajo carga durante cinco minutos, al término de los cuales la carga se bajará hasta cero. La lectura de la deformación residual se hará dos minutos después de la anulación de la carga.

   Después de efectuar esa lectura, la carga se elevará hasta 8 t y se descargará gradualmente.

4. Prueba de fragilidad

   La grapa a ensayar se coloca, con el cuerpo hacia arriba, sobre un dispositivo como el mostrado en la fig 001-83.

   El juego entre la grapa colocada de esta manera y el dispositivo, deberá ser en el eje de 1 mm $\pm$ 0.2 mm. Un peso de 4 kg que forma en su base un medio cilindro horizontal desliza sobre una varilla vertical.

   La grapa recibe tres caídas sucesivas de dicho peso, desde alturas progresivas de 0.40 m, 0.50 m y 0.60 m. Los resultados de la prueba se vaciarán en el diagrama de Wald mostrado en la fig 001-84.

   Para todas las pruebas deberá cumplirse con lo indicado en 001.D.13.b.02(1 a 4) de esta especificación, según corresponda.

001.D.13.b.08 Las diferentes pruebas de recepción previstas en esta especificación no serán aplicables a las grapas con muesca. Para dichas grapas las pruebas de recepción se efectuarán sobre grapas del tipo sin muesca fabricadas y tratadas en condiciones idénticas a las suministradas.

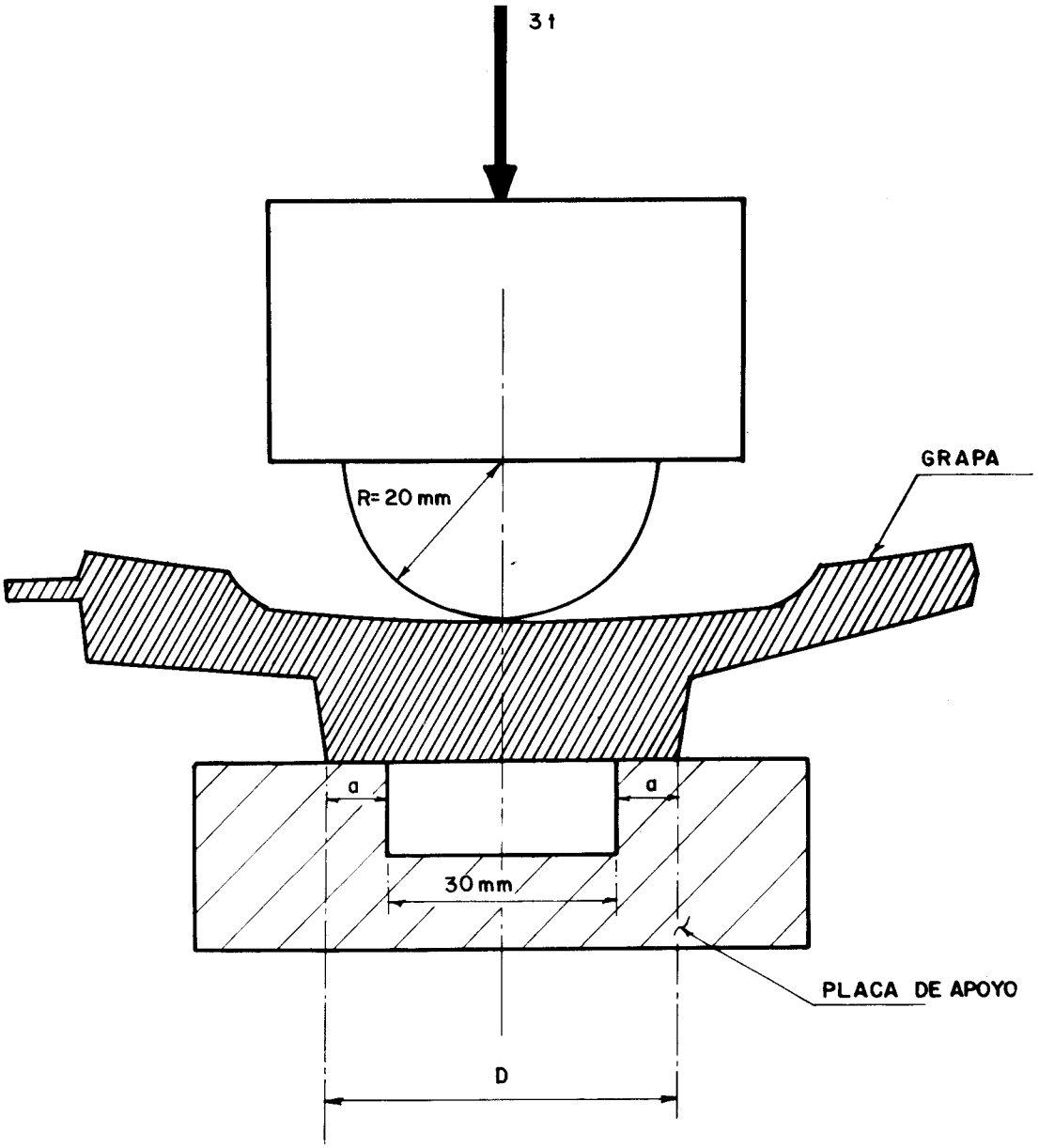


Fig 001-81 Ensaye a la flexión

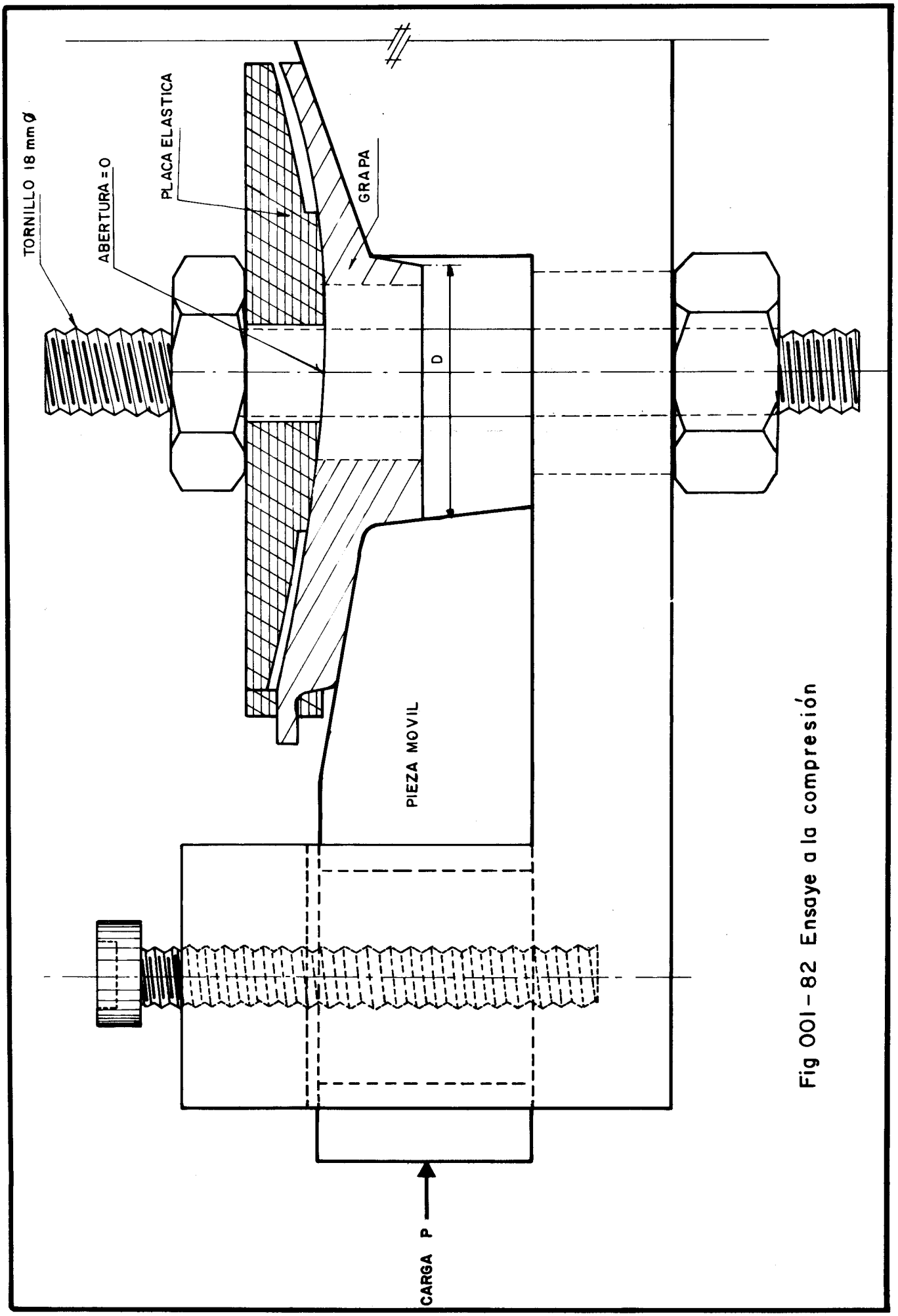


Fig 001-82 Ensaye a la compresión

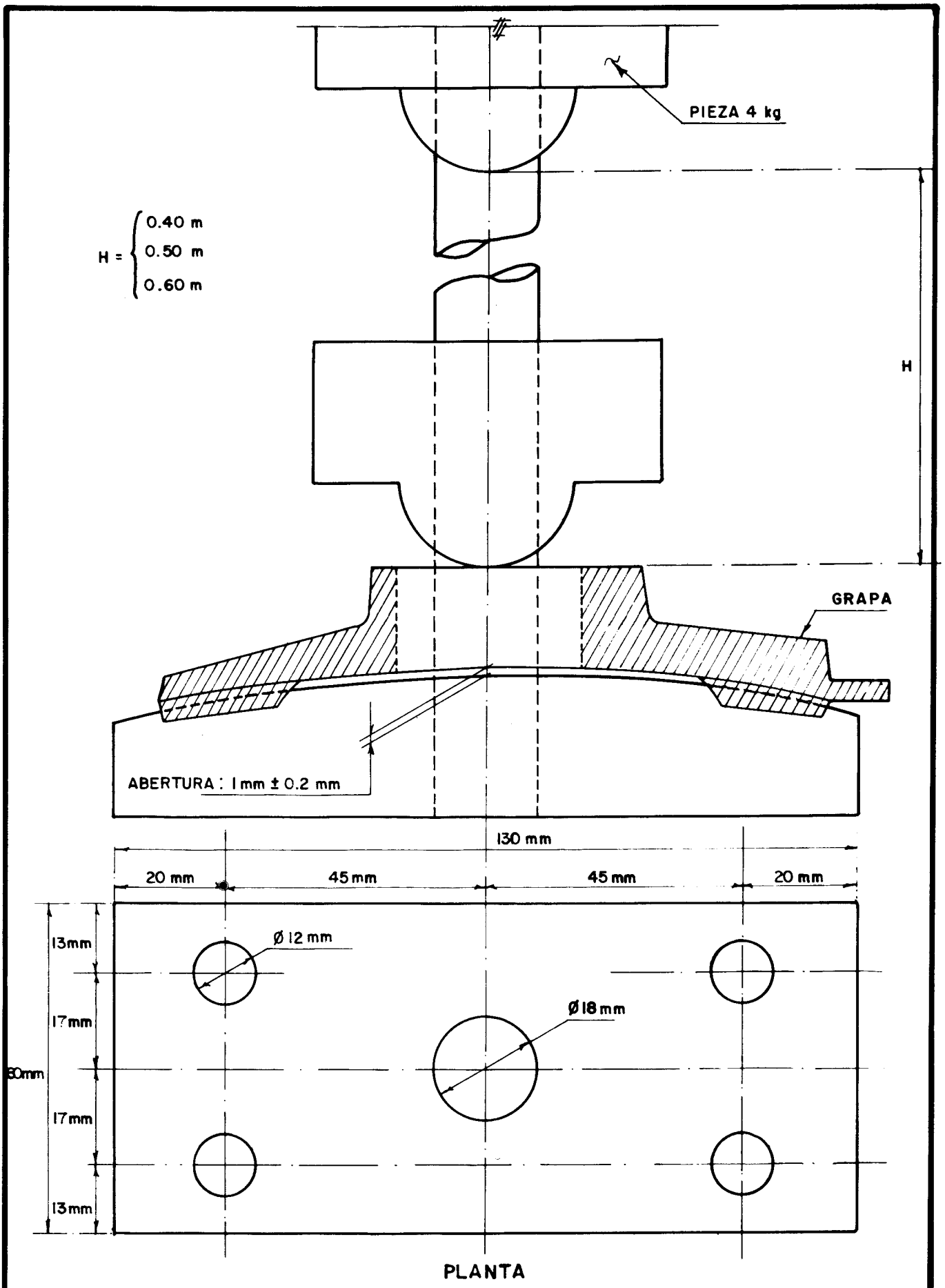


Fig 001-83 Ensaye de fragilidad

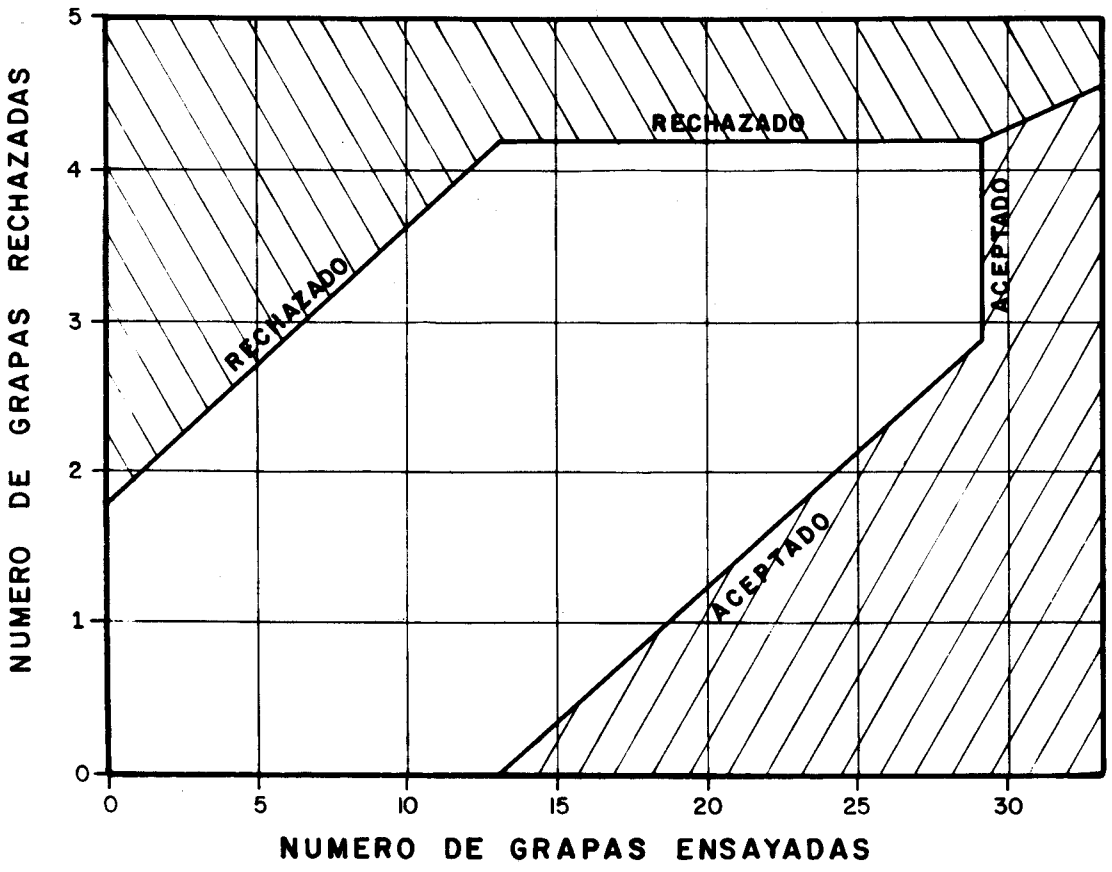


Fig 001 - 84 Diagrama de Wald. Ensayes de fragilidad

001.D.13.b.09 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante, ni las pruebas efectuadas durante la recepción, disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las grapas llegaren a deteriorarse en la vía, serán sustituidas gratuitamente, pieza por pieza, por el proveedor.

001.D.13.b.10 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.14 GRAPAS METALICAS PARA LA FIJACION DIRECTA EN VIA SOBRE CONCRETO

001.D.14.a DESCRIPCION

Las grapas metálicas son piezas de acero con un recubrimiento de caucho, las cuales son utilizadas para la fijación de rieles y pistas en la vía sobre concreto del Metro de la Ciudad de México.

001.D.14.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Almohadillas de caucho	4.02.01.001.D.08 y 4.02.01.001.D.09
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para aceros	NOM B-117
Composición química de aceros al carbón	NOM B-324
Acero en fundido dúctil	ASTM A-536

001.D.14.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.14.c.01 Material

Las grapas serán en acero forjado o en fundido dúctil.

001.D.14.c.02 Mecánicos

1. El acero en fundido dúctil deberá satisfacer los requisitos estipulados en la norma ASTM A-536 de las referencias y con las siguientes características mecánicas para grado 60-40-18.

   — Resistencia a la tracción: 41.4 daN/mm² (4200 kg/cm²).

   — Límite de elasticidad: 27.6 daN/mm² (2800 kg/cm²).

   — Alargamiento a la tracción en 50 mm: 18%.

2. El acero forjado deberá cumplir con las siguientes características mecánicas y químicas para un acero AISI 1026:

   — Esfuerzo a la ruptura: 43.15 daN/mm² (4400 kg/cm²).

   — Alargamiento: 24%.

   — Carbono: 0.22 a 0.28%.

   — Manganeso: 0.60 a 0.90%.

   — Fósforo: 0.040% máximo.

   — Azufre: 0.050% máximo.

001.D.14.c.03 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias serán las indicadas en las figs 001-85 a 001-88.

001.D.14.c.04 Acabado

Las grapas serán formadas con cuidado, con superficies lisas y sanas y sin ningún defecto. No deberán presentar huecos, grietas o deformaciones que puedan ser nocivas para su empleo; la perforación para la varilla de fijación será realizada con toda precisión. Las grapas serán limpiadas en un tambor giratorio con chorro de arena o bolas de acero.

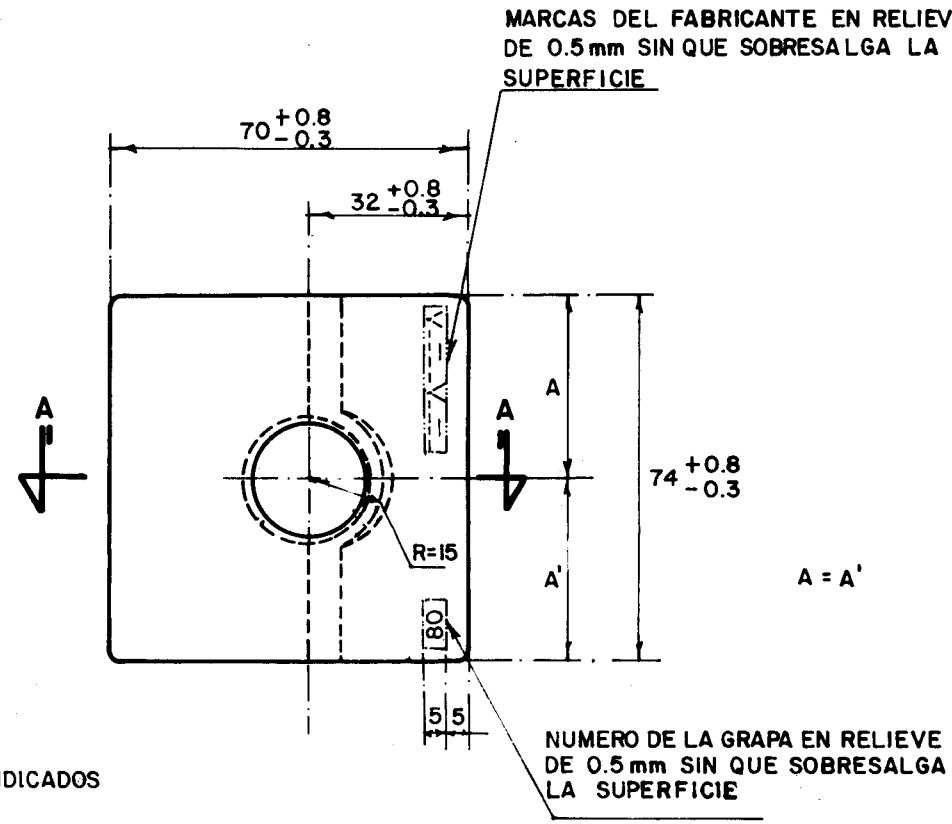
001.D.14.c.05 Marcas

Cada grapa deberá tener en su cara superior las siguientes marcas con caracteres en relieve de 0.5 mm y 5 mm de altura, como se muestra en las figs 001-85 a 001-87:

— Marca de identificación del fabricante.

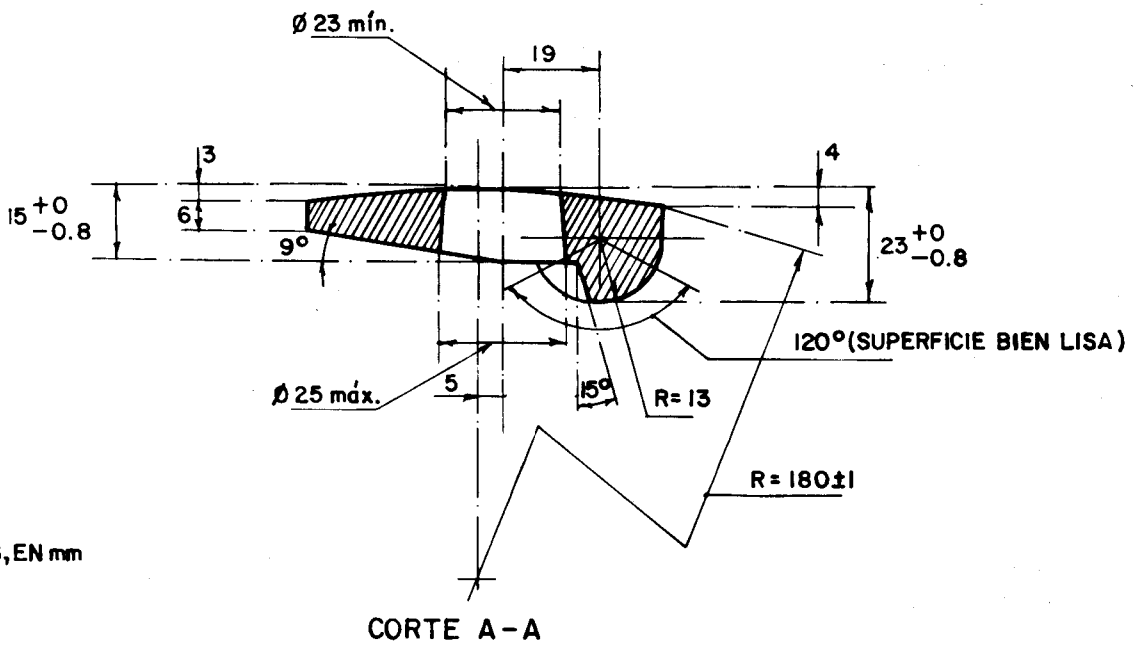
— El número de identificación de la grapa.

001.D.14.c.06 Para el recubrimiento especial de caucho, se deberá cumplir con lo estipulado en 4.02.01.001.D.08 y 09 en cuanto a calidad del material.



NOTAS :

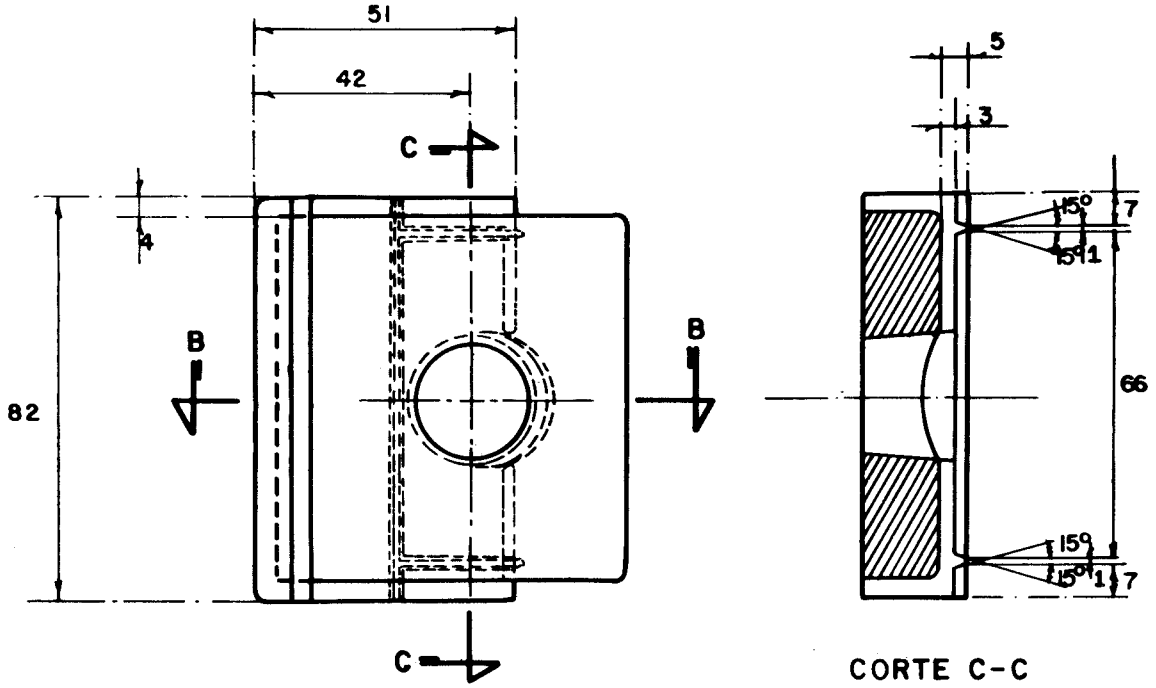
1. RADIOS : 2mm SALVO LOS INDICADOS
2. MATERIAL : ACERO
3. TOLERANCIAS: ± 0.4 mm SALVO LAS INDICADAS
4. ANGULOS DE DESMOLDEO: 7°



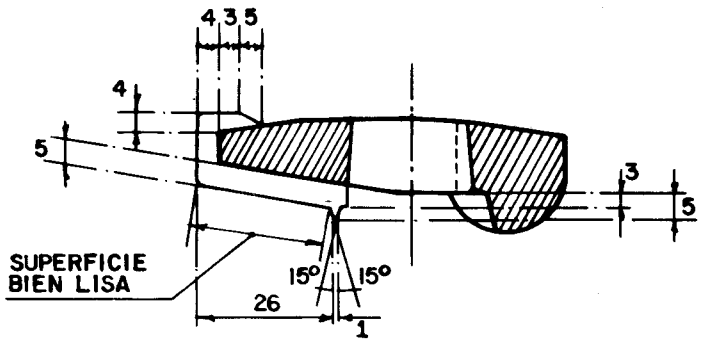
ACOTACIONES, EN mm

CORTE A-A

Fig 001-85 Dimensiones, tolerancias y marcas de grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto (grapa RP 80 parte metálica)



CORTE C-C



CORTE B-B

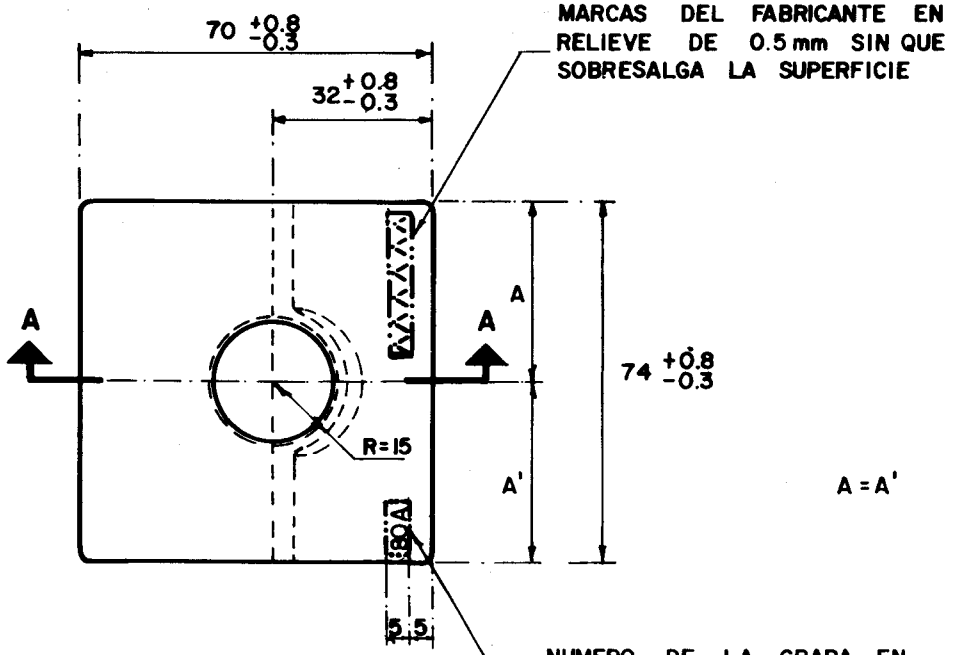
TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO, mm	
COTA, mm	TOLERANCIA ±
0 – 10	0.20
11 – 16	0.25
17 – 25	0.32
26 – 40	0.40
41 – 63	0.50
64 – 100	0.63
101 – 160	0.80
más de 160	x 0.5 %

NOTAS PARA EL RECUBRIMIENTO DE CAUCHO:

1. RADIOS: 1.5 mm SALVO LOS INDICADOS
2. MATERIAL: CAUCHO AISLANTE CON DUREZA SHORE 70

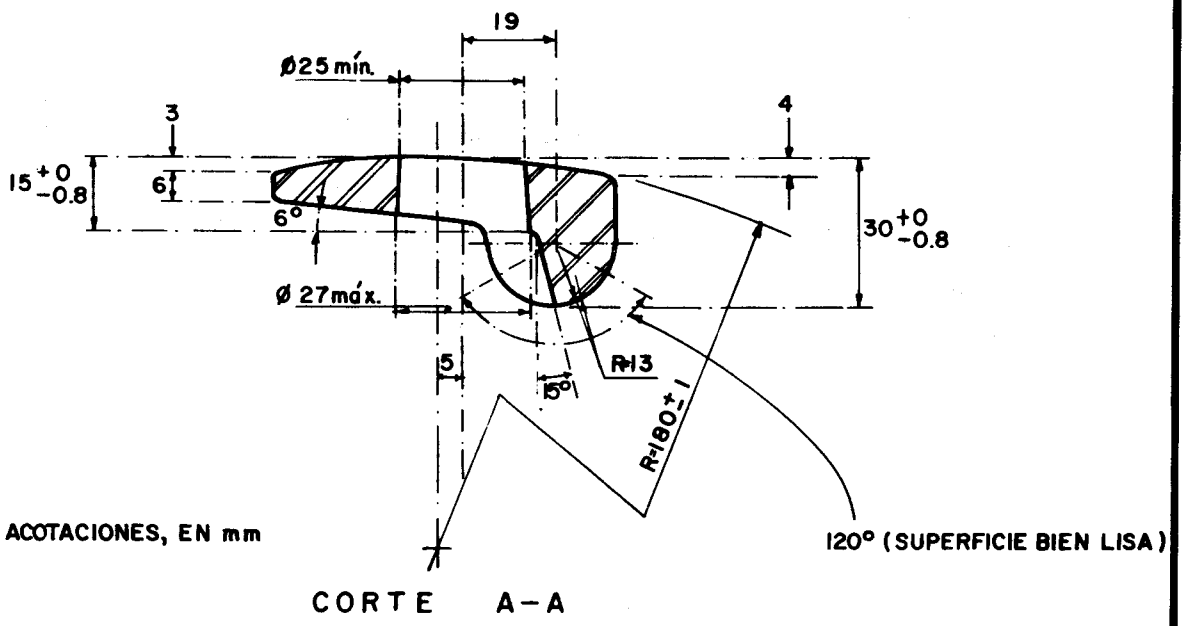
ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-86 Dimensiones y tolerancias de grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto (grapa RP 80 completa)



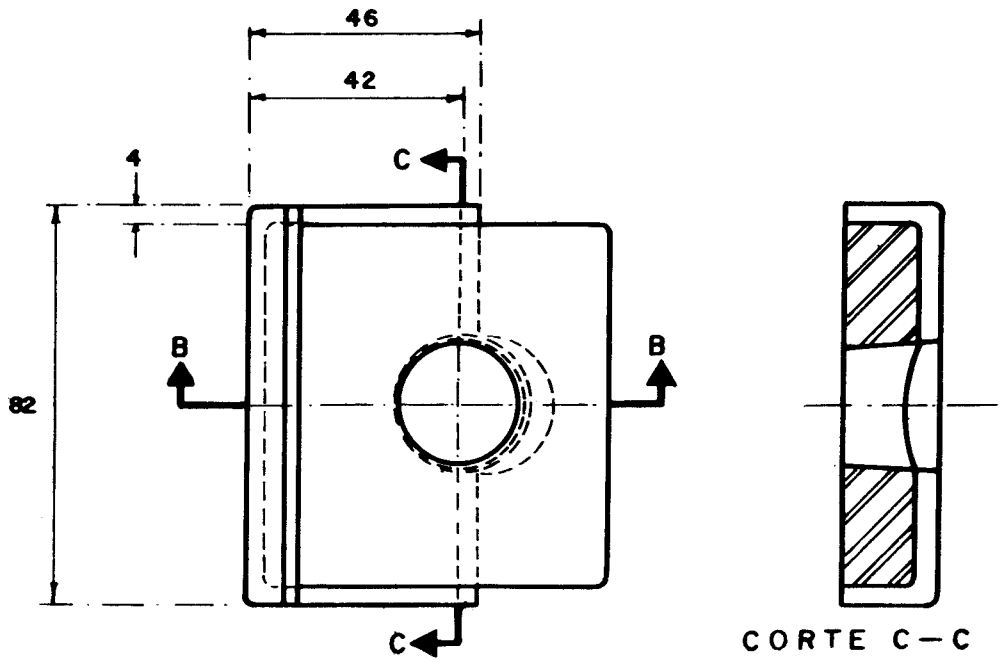
NOTAS:

1. RADIOS: 2mm SALVO LOS INDICADOS
2. MATERIAL: ACERO
3. TOLERANCIAS: ± 0.4 SALVO LAS INDICADAS
4. ANGULOS DE DESMOLDEO: 7°

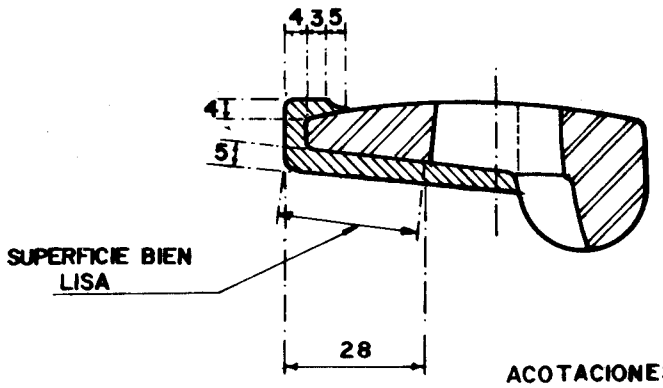


CORTE A-A

Fig 001-87 Dimensiones, tolerancias y marcas de grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto (grapa 80A parte metálica)



ACOTACIONES, EN mm



CORTE B—B

ACOTACIONES, EN mm

TOLERANCIAS PARA EL CAUCHO, mm	
COTA, mm	TOLERANCIA ±
0-10	0.20
11-16	0.25
17-25	0.32
26-40	0.40
41-63	0.50
64-100	0.63
101-160	0.80
más de 160	X 0.5 %

NOTAS PARA EL RECUBRIMIENTO DE CAUCHO:

1. RADIOS: 1.5 mm SALVO LOS INDICADOS
2. MATERIAL: CAUCHO AISLANTE CON DUREZA SHORE 70

Fig 001-88 Dimensiones y tolerancias de grapas metálicas para la fijación directa en vía sobre concreto (grapa 80A completa)

001.D.14.c.07 Empaque

1. Las grapas serán empacadas en grupos de 50 a 100 piezas en embalajes sólidos que deberán resistir a los choques y al transporte. Los embalajes deberán estar lo suficientemente sellados para proteger debidamente a las grapas contra la corrosión.

2. En cada embalaje se colocará firmemente una etiqueta con los siguientes datos:

   — Marca o nombre del fabricante.

   — Número de pedido.

   — Fecha de fabricación.

   — Descripción del contenido.

   — Peso total y número de piezas.

001.D.14.c.08 Muestreo

1. El muestreo de los materiales y piezas terminadas para la realización de ensayes será a juicio del Representante.

2. El muestreo para la verificación dimensional se hará de acuerdo a lo establecido en 4.02.01.001.G.05 de estas especificaciones.

001.D.14.c.09 Pruebas

1. Las pruebas para determinar las características mecánicas y químicas del acero se harán de acuerdo con las normas de referencia de 001.D.14.b.

2. Para el recubrimiento especial de caucho, se deberán realizar ensayes de adherencia. Se efectuarán en un área de contacto de 25 x 25 mm entre el acero y el caucho; el esfuerzo de adherencia no deberá ser inferior a 0.17 daN/mm² (17 kg/cm²).

001.D.14.c.10 Garantía

1. El provedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante ni las pruebas efectuadas durante la recepción disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las piezas llegaran a deteriorarse en la vía, serán sustituidas gratuitamente, pieza por pieza, por el proveedor.

001.D.14.c.11 Los derechos de patente que pudieran presentarse, estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

001.D.15 CUÑA LATERAL PARA PISTAS METALICAS A COLOCARSE SOBRE DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.15.a DESCRIPCION

La cuña lateral, es un elemento de acero colocado entre la pista metálica y la grapa central en los durmientes de concreto que se utilizan en las vías del Metro de la Ciudad de México, con el objeto de lograr el correcto apoyo de la grapa y la fijación de la vía.

001.D.15.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de prueba para la determinación de dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Resistencia a la tensión de placas, perfiles y barras de acero de bajo y medio carbón	ASTM A-283
Fundiciones de hierro dúctil	ASTM A-536

001.D.15.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.15.c.01 Fabricación

No se exige ningún método de fabricación en especial; las cuñas laterales para pistas podrán ser fabricadas a elección del provedor, ya sea por maquinado o fundición.

001.D.15.c.02 Características mecánicas

1. Para cuñas maquinadas:

   — Resistencia a la tensión: 33.8 a 40.7 daN/mm² (3450 a 4150 kg/cm²).

   — Alargamiento: 28% mínimo.

2. Para cuñas de fundición:

   — Resistencia a la tensión: 43.9 daN/mm² mínimo (4480 kg/cm² mínimo).

   — Límite elástico: 30.4 daN/mm² mínimo (3100 kg/cm² mínimo).

   — Alargamiento: 12% mínimo.

   — Dureza Brinell $\leq$ 201.

001.D.15.c.03 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias serán las marcadas en las figs 001-89 y 001-90.

001.D.15.c.04 Marcas

La marcación se llevará a cabo según las indicaciones de la fig 001-89.

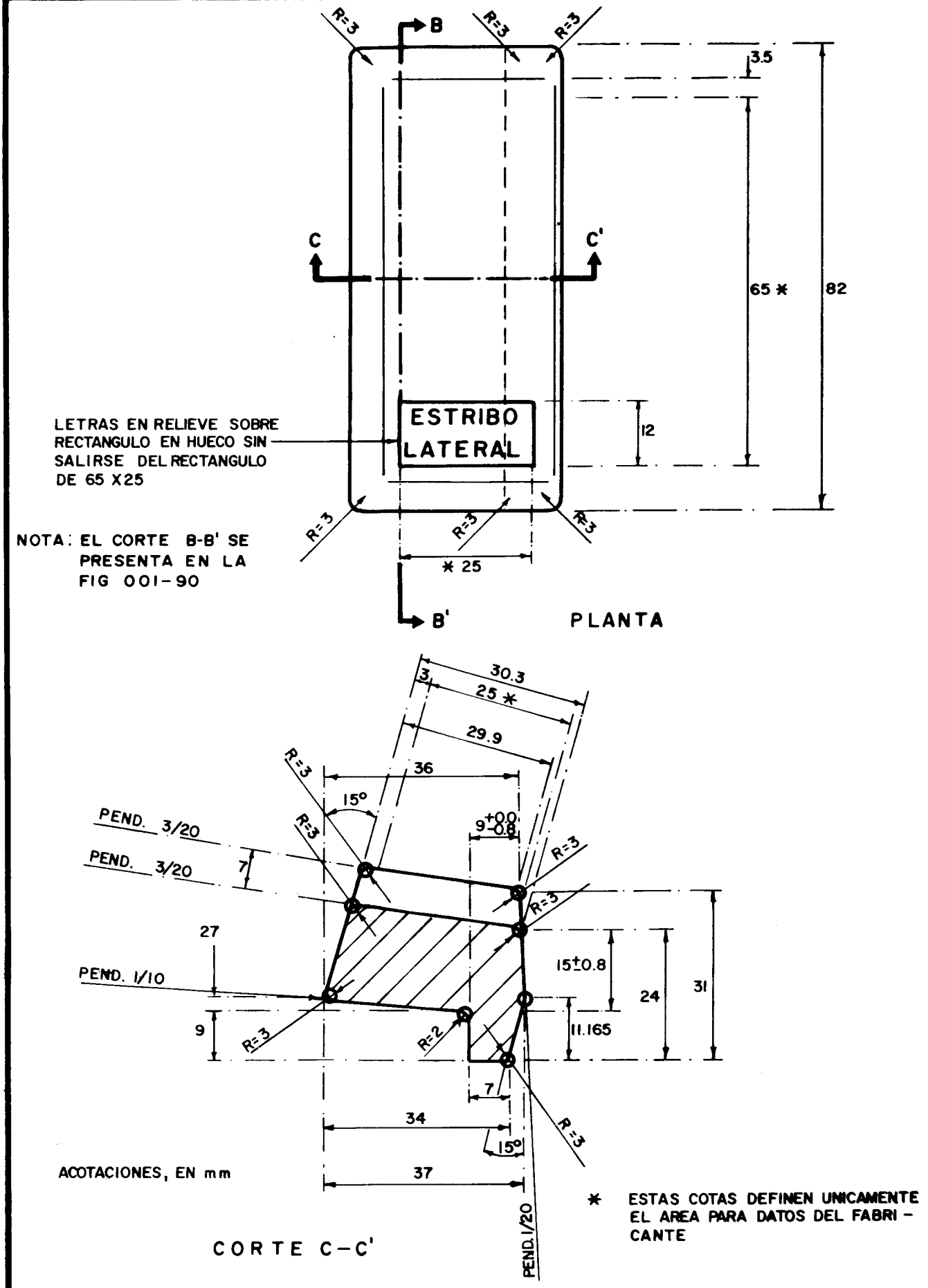
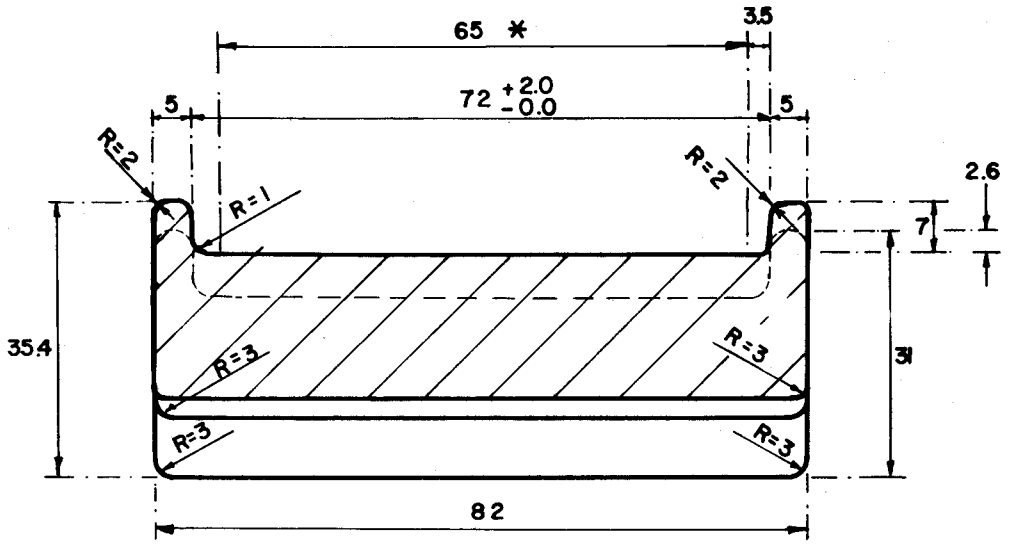


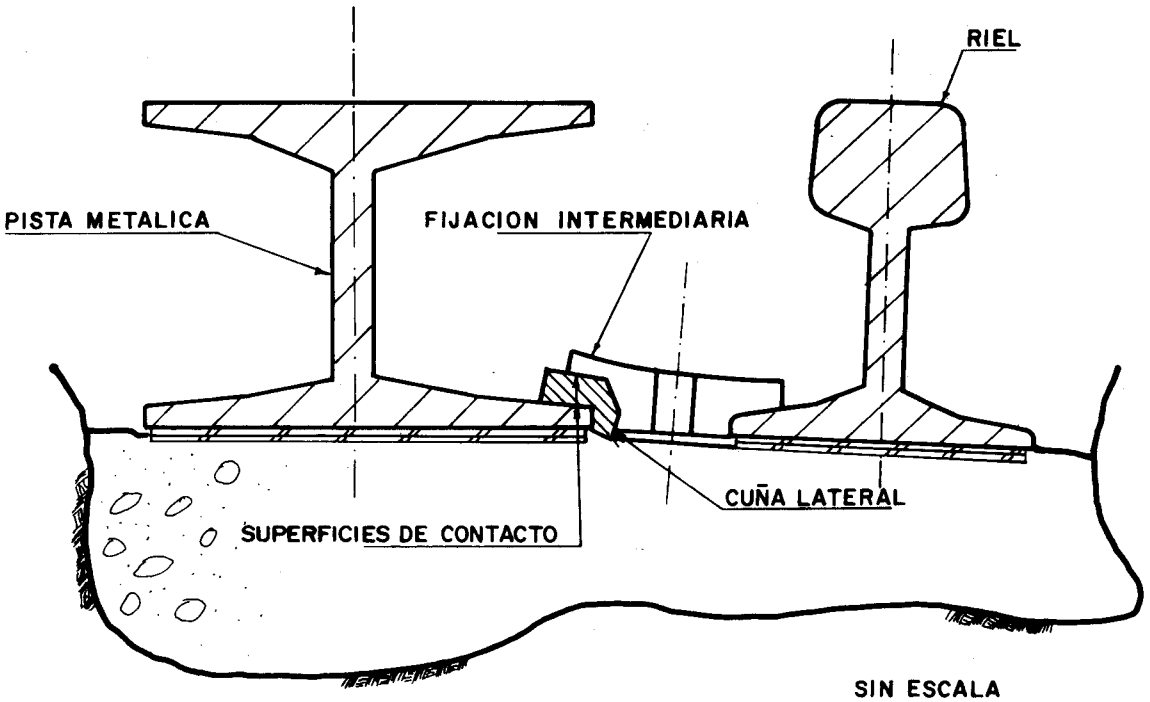
Fig 001-89 Dimensiones y tolerancias de cuñas laterales



ACOTACIONES, EN mm

C O R T E B—B'
(DE LA FIG 001-89)

* ESTAS COTAS DEFINEN UNICAMENTE EL AREA PARA DATOS DEL FABRICANTE



C R O Q U I S D E U B I C A C I O N

Fig 001-90 Dimensiones y tolerancias de cuñas laterales

001.D.15.c.05 Acabados

Las piezas terminadas deberán estar exentas de hendiduras, principios de roturas, rebabas cortantes y cualquier otro defecto superficial que pueda ser perjudicial para el buen contacto de la pieza con la fijación (grapa) por un lado y con la pista por el otro.

001.D.15.c.06 Empaque

El pedido especificará si la naturaleza del embalaje es en cajas o en sacos. Las cajas serán de madera, marcadas correctamente; asimismo, deberán llevar con pintura de aceite:

— El nombre del proveedor.

— El número del pedido.

— El nombre y la descripción de las piezas contenidas.

— Fecha de fabricación.

— Número de piezas.

Los sacos deberán llevar las mismas indicaciones en una etiqueta firmemente adherida y su peso no deberá rebasar los 70 kilogramos.

001.D.15.c.07 Muestreo

1. Las cuñas laterales serán presentadas por lotes de 3000 piezas de las que se tomarán 10 piezas por lote para la prueba de dureza y tres piezas por lote para la prueba de tensión, para definir el límite elástico, límite de ruptura y alargamiento.

2. El número de piezas para el control dimensional quedará a juicio del Representante.

001.D.15.c.08 Bases de aceptación

1. Un lote será rechazado en principio, si el 10 por ciento de las piezas no cumple con los requisitos de calidad establecidos. En caso de una segunda presentación de un lote rechazado, la proporción de las piezas malas que den lugar al rechazo será reducida al 5 por ciento.

2. El o los Representantes tendrán libre acceso a los talleres del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido; podrán proceder ahí a todas las verificaciones que juzguen necesarias.

001.D.15.c.09 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.15.c.10 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante ni las pruebas efectuadas durante la recepción disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las piezas llegaran a deteriorarse en la vía, serán sustituidas gratuitamente, pieza por pieza, por el proveedor.

001.D.16 PLACAS Y ARANDELAS METALICAS PARA GRAPAS SOBRE DURMIENTES DE CONCRETO

001.D.16.a DESCRIPCION

Las placas y arandelas son elementos de acero que se colocan sobre las grapas de los durmientes de concreto que se utilizan en las vías del Metro de la Ciudad de México, con el objeto de evitar que se afloje la tuerca que se coloca en el perno tirafondo.

001.D.16.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIAS
Métodos de tracción para acero	NOM B-117
Prueba de niebla salina	ASTM B-117

001.D.16.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.16.c.01 Fabricación

Las placas y arandelas serán fabricadas a partir de perfiles de acero para muelles y resortes, con alto grado de elasticidad y serán sometidas a un tratamiento térmico.

001.D.16.c.02 Características mecánicas y físicas después del tratamiento térmico

— Resistencia a la tracción: 130.0 a 150.0 daN/mm² (13 150 a 15 300 kg/cm²).

— Límite convencional de elasticidad al 0.2%: 120.0 a 140.0 daN/mm² (12 230 a 14 270 kg/cm²).

— Alargamiento después de la ruptura: $\geq 6\%$.

— Resiliencia Mesnager:

Longitudinal ≥ 50 joules/cm².

Transversal ≥ 20 joules/cm².

001.D.16.c.03 Aspecto, dimensiones y protección antioxidante

1. Las piezas deberán ser sanas y exentas de fisuras, escamas, rebabas, huecos, dobleces o cualquier defecto que pueda ser perjudicial para su empleo.

2. Las dimensiones y sus tolerancias deberán ser conforme a las indicadas en las figs 001-91 y 001-92.

3. Después de la prueba de niebla salina, las piezas no deberán presentar ningún indicio de corrosión.

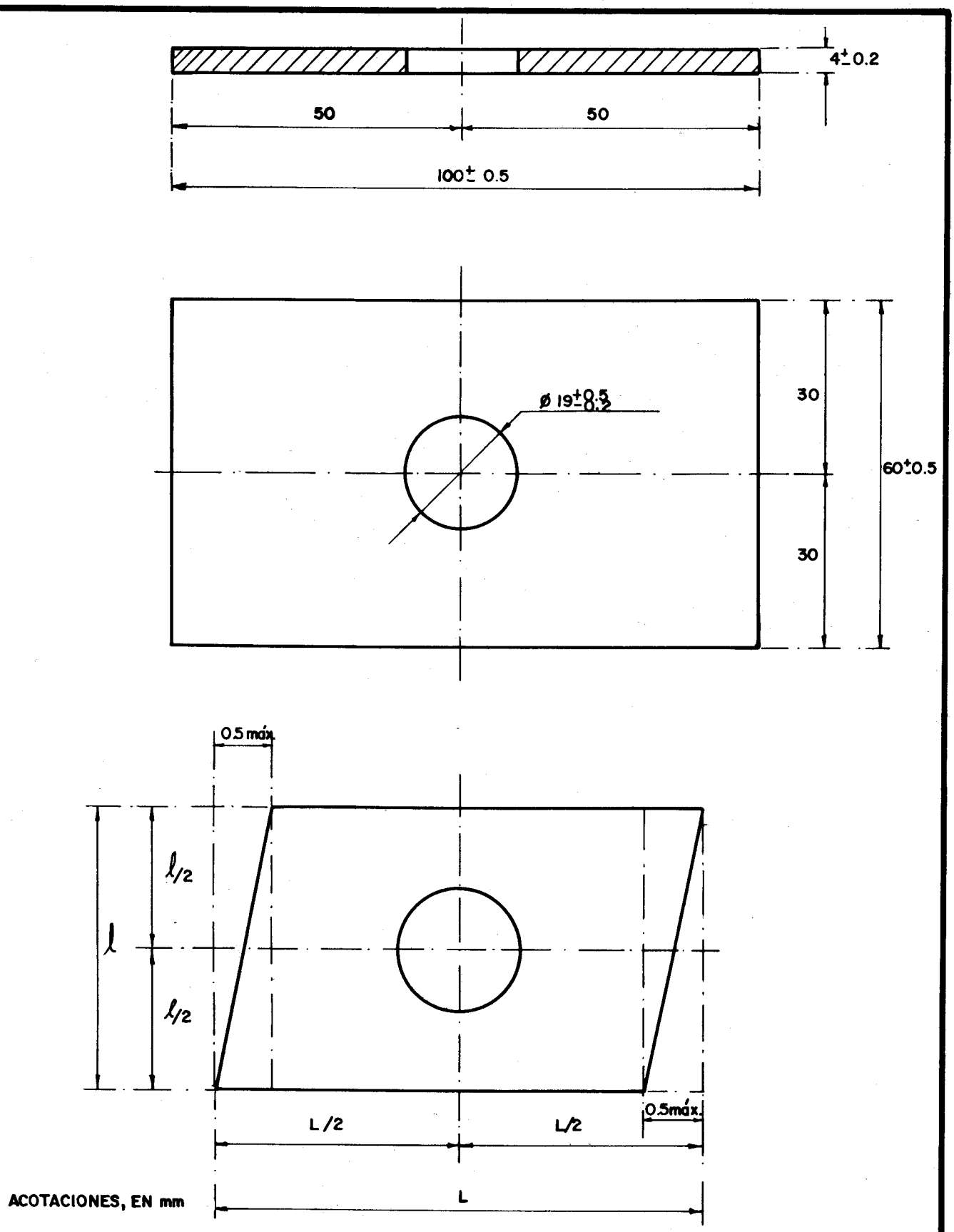
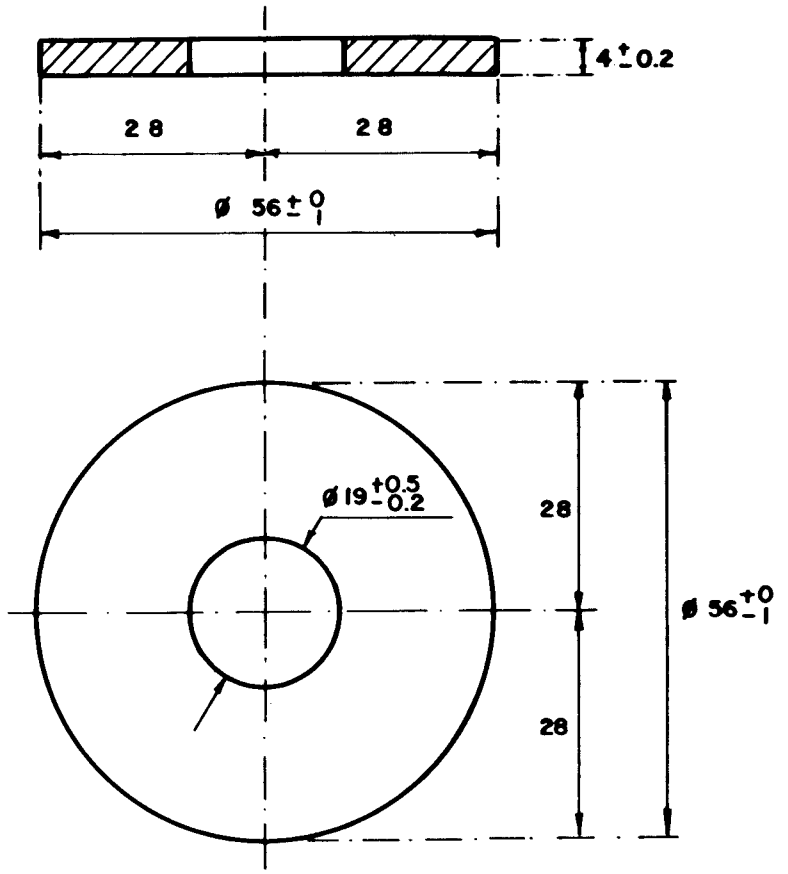
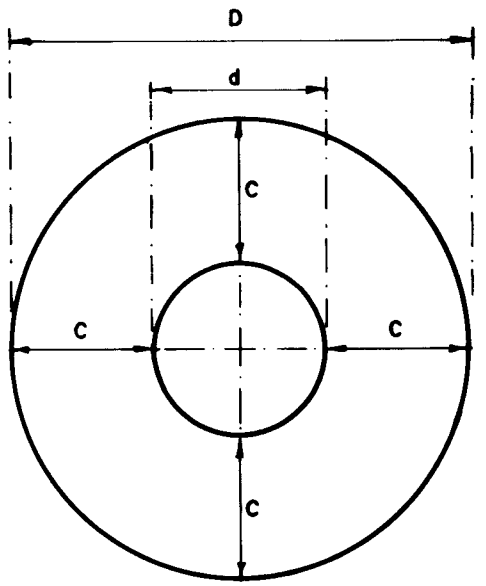


Fig 001-91 Verificación dimensional de las placas





$$C = \frac{D - d}{2} = \ldots\ldots \pm 0.5$$

ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-92 Verificación dimensional de las arandelas

001.D.16.c.04 Al término de la prueba de elasticidad (fig 001-93a) el juego residual "J" medido en el punto de contacto axial, no deberá ser inferior a 3.5 mm. Sin embargo, este juego podrá quedar comprendido entre 3.2 y 3.5 mm, para un máximo del 6 por ciento de las piezas controladas.

001.D.16.c.05 Las placas en la prueba de flexión (fig 001-93b) deberán soportar sin principio de ruptura, una flecha de 6 mm (d_1 en la figura); y una flecha adicional de 6 mm (d_2 en la figura), sin ocasionar ruptura.

001.D.16.c.06 Acabado

1. Las piezas serán sometidas a un sopleteo por granalla al término del cual deberá efectuarse un control visual, con lentes microscópicos, de la regularidad de los puntos de impacto.

2. Después del sopleteo por granalla, las placas y las arandelas serán fosfatadas y recubiertas con pintura antioxidante en toda su superficie.

001.D.16.c.07 Marcas

1. Las placas y las arandelas no deberán tener en principio, ninguna marca en hueco o relieve obtenida por golpe en caliente o en frío.

2. Cuando el Representante exija la marcación de las piezas, ésta podrá hacerse por impresión indeleble sobre la pintura antioxidante.

3. Dicha marcación deberá localizarse fuera de las zonas de contacto con los otros elementos de la fijación. Asimismo, deberá incluir:

   — El símbolo de definición anotado en el plano.

   — La sigla del fabricante.

   — El mes y las dos últimas cifras del año de fabricación.

   — La marca de identificación de la colada.

001.D.16.c.08 Empaque

Las placas y arandelas serán atadas y embaladas en paquetes de 20 piezas.

001.D.16.c.09 Muestreo

1. El Representante seleccionará a su juicio dos grupos de 100 piezas por cada lote de 30 000 piezas, para efectuar las pruebas de la siguier manera:

   — Control de aspecto y dimensiones, en los dos grupos de 100.

   — Prueba de elasticidad, sobre uno de los grupos.

   — Prueba de flexión, sobre el otro grupo.

2. Las pruebas de elasticidad y de flexión se efectuarán extrayendo de los lotes, placas y porciones de láminas con las que se hayan fabricado las arandelas; si no se cuenta con las porciones de lámina mencionadas, las arandelas serán sometidas únicamente a la verificación de aspecto, de dimensiones y de la protección antioxidante.

3. Las verificaciones y pruebas se realizarán según el plan progresivo de Wald correspondiente a las figs 001-94 y 001-95.

001.D.16.c.10 Pruebas

1. Pruebas de elasticidad. La placa sometida a prueba, será colocada sobre el dispositivo de prueba de la parte a de la fig 001-93. En la posición indicada, la placa o porción de lámina (caso de las arandelas), centrada en el barreno por medio de una cabeza "T" en forma de tuerca hexagonal de 38 mm entre caras opuestas, será sometida a tres flexiones en una prensa hasta la anulación del juego "J_o". La carga que provoque la anulación será mantenida durante un minuto para cada prueba de elasticidad.

2. Prueba de flexión. Las placas montadas según se ilustran en la parte b de la fig 001-93, serán sometidas a un esfuerzo de flexión por medio de la mismo cabeza empleada en la prueba de elasticidad.

3. Prueba de niebla salina. La prueba se hará según la norma ASTM B-117.

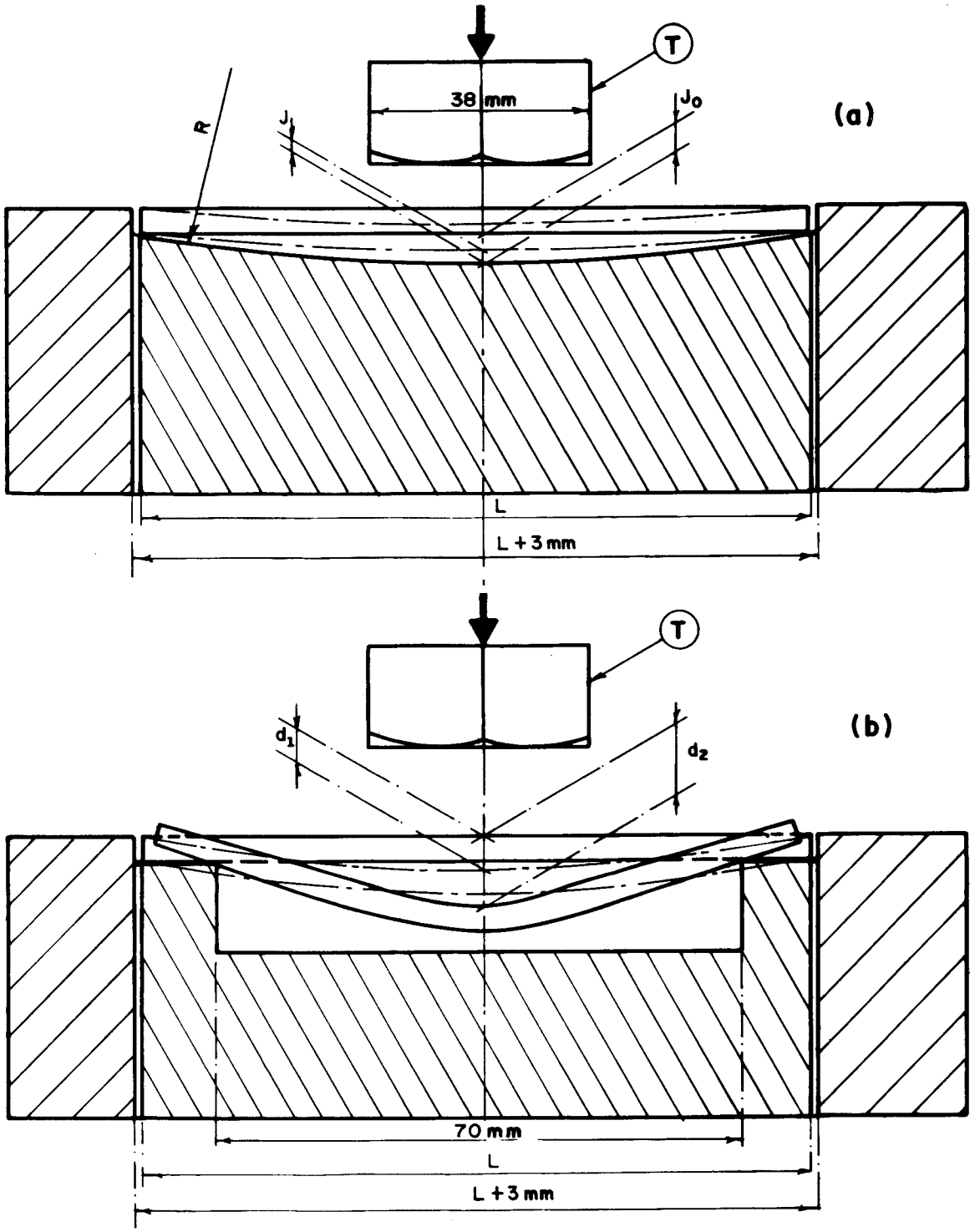
001.D.16.c.11 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo de cinco años contados a partir del mes indicado en las mismas.

2. Ni la supervisión en la fábrica por parte del Representante, ni las pruebas efectuadas con motivo de las verificaciones, disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

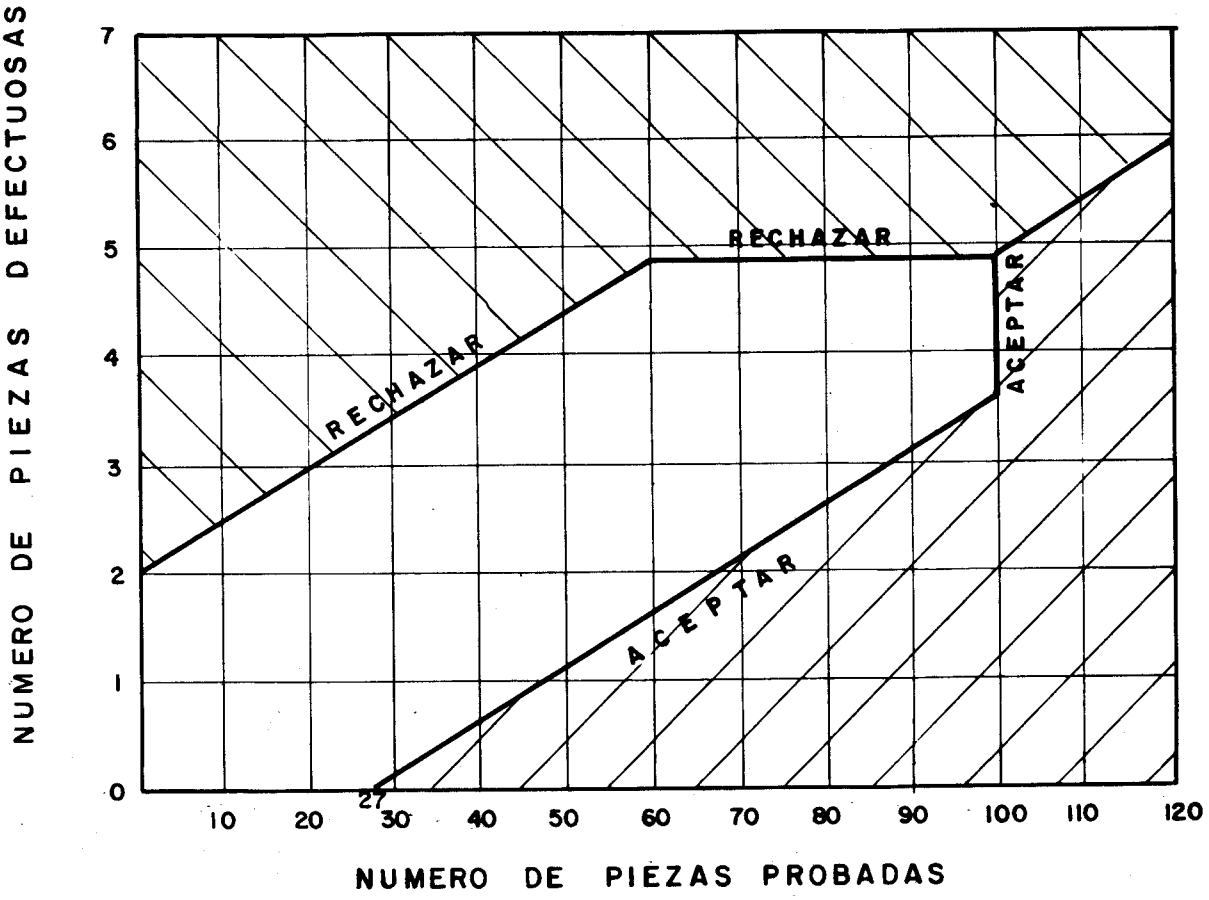
3. Las piezas que, antes de su colocación en la vía, lleguen a presentar defectos o huellas de corrosión y las que, después de su colocación en la vía presenten alteraciones que puedan comprometer su utilización, como deformaciones caracterizadas, corrosión marcada, etc., y cuyas causas no pueden ser imputables a condiciones anormales de utilización serán sustituidas por otras que sí cumplan estas especificaciones, con los gastos a cargo del proveedor. Dichos gastos comprenden el suministro de las piezas nuevas y los gastos relativos a las operaciones de verificación, de colocación o desmontaje. Dichos gastos se fijarán en forma global mediante el suministro de un número de piezas, dobles al de las piezas defectuosas.

001.D.16.c.12 Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.



DESIGNACION DE LA PLACA	R	L	J_o	J	d_1	d_2
PLACA AP-GV 60 x 100 x 4 mm	260mm	100mm	4.8mm	3.5mm	6 mm	12 mm

Fig 001-93 Pruebas de elasticidad (a), y de flexión (b). Placas metálicas para grapas sobre durmientes de concreto



PLACAS TIPO : _____

RECEPCION DE :

ARANDELAS TIPO : _____

FECHA DE RECEPCION :

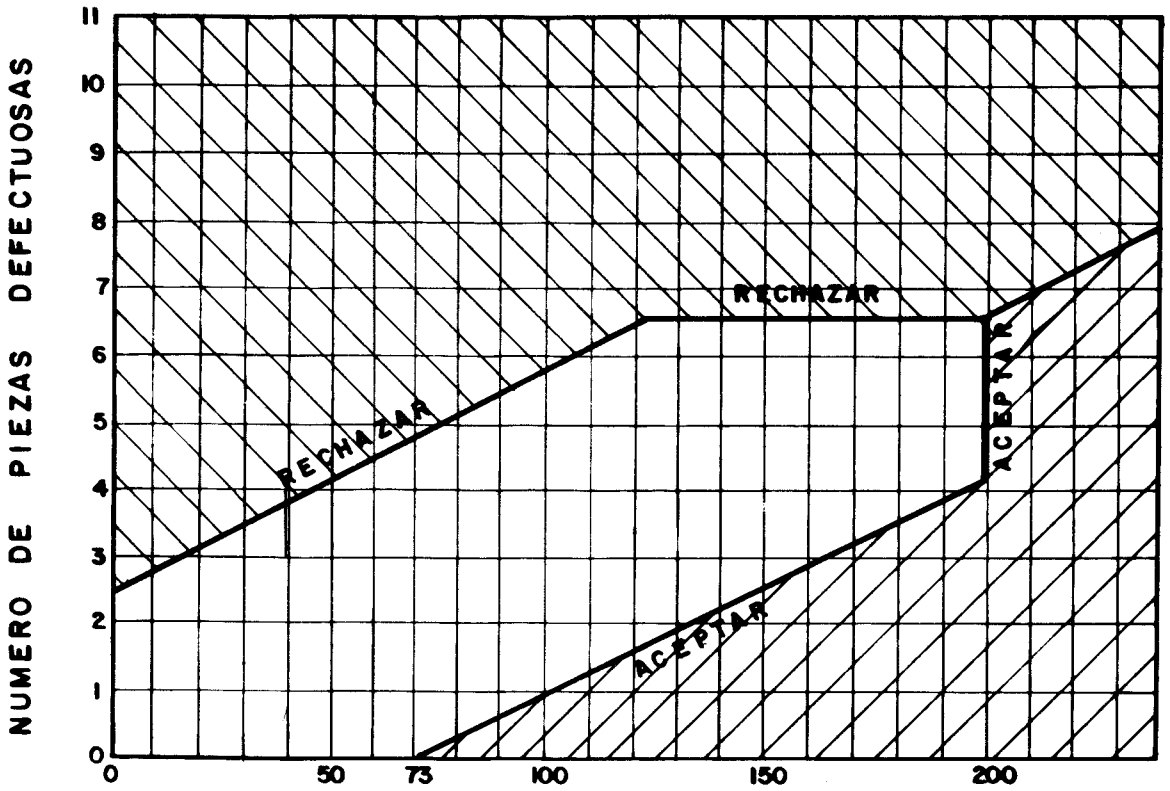
VERIFICACION : _____ DEL ASPECTO, DE LAS DIMENSIONES Y DE LA PINTURA

_____ DE LA PRUEBA DE ELASTICIDAD

_____ DE LA PRUEBA DE FLEXION

OBSERVACIONES : _____

Fig 001-94 Diagrama de Wald. Pruebas de elasticidad y de flexión, y verificación del aspecto, dimensiones y pintura. Arandelas metálicas para grapas sobre durmientes de concreto



PLACAS TIPO : _____

RECEPCION DE :

ARANDELAS TIPO : _____

FECHA DE RECEPCION :

VERIFICACION : _____ DEL ASPECTO, DE LAS DIMENSIONES Y DE LA PINTURA

_____ DE LA PRUEBA DE ELASTICIDAD

_____ DE LA PRUEBA DE FLEXION

OBSERVACIONES : _____

_____

Fig 001-95 Diagrama de Wald después de selección. Pruebas de elasticidad y de flexión, y verificación del aspecto, dimensiones y pintura. Arandelas metálicas para grapas sobre durmientes de concreto

001.D.17 RONDANAS ELASTICAS PARA LA FIJACION DIRECTA DE LA VIA SOBRE CONCRETO

001.D.17.a DESCRIPCION

Las rondanas elásticas son de forma ligeramente troncocónica y se utilizan en la vía sobre concreto para lograr una mejor fijación de los perfiles de vía al evitar que los elementos que los sujetan se aflojen con las vibraciones que causan los trenes a su paso.

001.D.17.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.01.02.001.G.05
Métodos de análisis químicos para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Composición química para aceros aleados	NOM B-325
Determinación de la dureza Rockwell en materiales metálicos	ASTM E-18

001.D.17.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.17.c.01 Fabricación

El acero a utilizar para la fabricación de rondanas elásticas será del tipo acero plano para resorte SAE - 1050 o SAE - 1075. Las rondanas deberán ser perfectamente simétricas con respecto al eje. Deberán fabricarse de tal forma que la arista con filo esté en la parte cóncava de las piezas; además, no deberán presentar torceduras.

001.D.17.c.02 Químico

El material deberá cumplir con la siguiente composición química para el análisis de cuchara:

— Carbono C: de 0.47 a 0.80 %

— Manganeso Mn: de 0.60 a 0.90 %

— Fósforo P: 0.040 % máximo

— Azufre S: 0.050 % máximo

— Silicio Si: de 0.15 a 0.30 %

001.D.17.c.03 Acabado

Las rondanas no deberán presentar ninguno de los defectos siguientes: Aristas cortantes, rebabas, fisuras radiales y o transversales, escorias, inclusiones o carencias de material.

001.D.17.c.04 Dimensiones

Las dimensiones que deberán cumplir las piezas son las indicadas en la fig 001-96.

001.D.17.c.05 Tolerancias

Las tolerancias máximas serán las siguientes:

— Diámetro exterior: ± 0.4 mm.

— Diámetro interior: + 0.4, − 0 mm.

— Diferencia entre los ejes de los diámetros interiores y exteriores: 0.8 mm.

— Altura de la corona: ± 0.2 mm.

001.D.17.c.06 Ensaye de torsión

En este ensaye las rondanas no deberán sufrir fracturas y deberán conservar su elasticidad durante toda la prueba.

001.D.17.c.07 Ensaye de carga

En este ensaye las rondanas deberán recuperar su forma original y no presentar ninguna fisura o fractura.

001.D.17.c.08 Ensaye de dureza Rockwell

En no más de una de las rondanas muestreadas según 001.D.17.c.10(5) la dureza será inferior a 40 o mayor a 48 en la escala "C"; de lo contrario, el lote será rechazado.

001.D.17.c.09 Supervisión

El Representante tendrá libre acceso a los locales de la planta en donde se fabriquen las piezas durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrá realizar todas las verificaciones y pruebas que juzgue necesarias; estas pruebas serán efectuadas en el laboratorio del proveedor y a su cargo.

001.D.17.c.10 Muestreo

1. El muestreo del material para las pruebas de control del acero será conforme a las indicaciones del Representante.

2. En la verificación del aspecto y de las dimensiones, el muestreo se realizará conforme a lo indicado en 4.02.01.001.G.05 de estas especificaciones.

3. Para el ensaye de torsión se tomarán 20 rondanas por lote de 10 000 piezas o fracción.

4. Para el ensaye de carga se tomarán 10 rondanas por lote de 10 000 piezas o fracción.

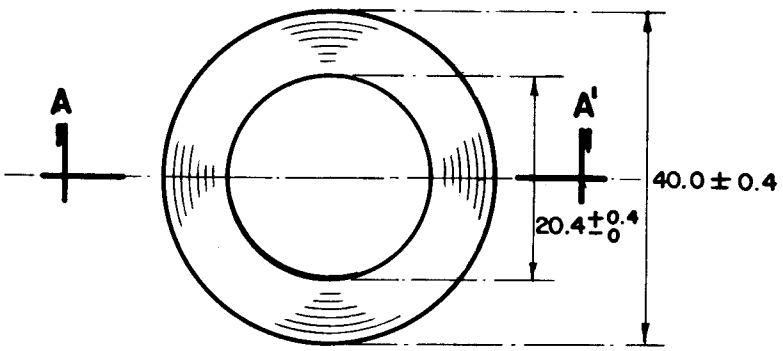
5. Para el ensaye de dureza se tomarán 20 rondanas por lote de 10 000 piezas o fracción.

001.D.17.c.11 Pruebas

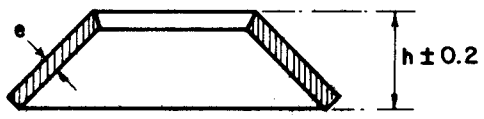
1. Análisis químico del material. El proveedor deberá entregar al Representante el certificado de laminación por colada; si el Representante lo juzga necesario, podrá realizar análisis de control complementarios, según la Norma Oficial Mexicana NOM B-1.

2. Ensaye de torsión

   — La rondana será cortada siguiendo el radio.



VISTA EN PLANTA



CORTE A-A'

ACOTACIONES, EN mm
e y h definidas en la fig 001-97

Fig 001-96 Rondanas elásticas. Dimensiones

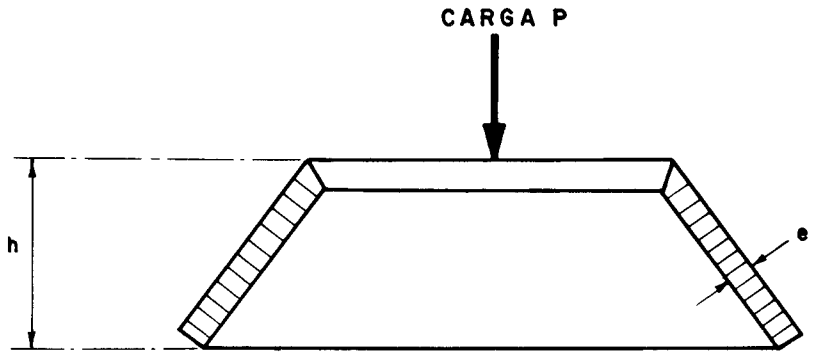
— Con una extremidad retenida, la otra será separada por medio de una herramienta apropiada.

— Se alejarán las dos extremidades una de la otra para formar una hélice hasta que la distancia entre las dos esquinas interiores sea igual al diámetro interior de la rondana.

— Se continuará separando las dos extremidades hasta alcanzar la fractura de la rondana; la sección fracturada deberá presentar una textura de granos finos.

3. Ensaye de carga

— La rondana será sometida a una carga de 700 kg, bajo la cual la deformación de la corona será del 75 por ciento. El ensaye continuará por un periodo de al menos 24 horas (fig 001-97).



P	h , en mm		e , en mm	
en kg	CANADIENSE	NACIONAL	CANADIENSE	NACIONAL
0	3.15	3.68	2.25	2.78
700	2.48	3.01	2.25	2.78

Fig 001-97 Prueba de carga en rondanas elásticas

4. Ensaye de dureza Rockwell

   El ensaye será efectuado de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM E-18 de las referencias.

001.D.17.c.12 Bases de aceptación y rechazo

1. Para que el lote sea aceptado, todas las piezas deberán cumplir con esta especificación; en caso contrario el lote será rechazado.

2. El lote rechazado será marcado con pintura indeleble por el proveedor en presencia del Representante para que no sea incluido en otro lote o presentado de nuevo.

001.D.17.c.13 Empaque

1. Las rondanas serán expedidas en cajas sólidas con peso máximo de 70 kilogramos.

2. Las piezas deberán protegerse contra la corrosión de una forma apropiada. Las cajas de expedición deberán ser todas de las mismas dimensiones. Cada una de ellas deberá llevar firmemente adherida una etiqueta con las siguientes indicaciones:

   — Nombre o marca del fabricante.

   — Número de pedido.

   — Fecha de fabricación.

   — Descripción del contenido.

   — Peso total y número de piezas.

001.D.17.c.14 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años a partir de la fecha de entrega.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante ni las pruebas efectuadas durante la recepción, disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados o por causas que no puedan imputarse a condiciones de utilización anormal, las piezas llegaran a deteriorarse en la vía, serán sustituidas gratuitamente, pieza por pieza por el proveedor.

001.D.17.c.15 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.D.18 GRAPAS (SAPOS) Y CUÑAS METALICAS PARA FIJACION DE RIELES Y PISTAS EN FOSAS Y TALLERES

001.D.18.a DESCRIPCION

Las grapas metálicas (sapos) y las cuñas también metálicas tratadas en esta especificación son utilizadas para la fijación de los rieles y pistas de las vías aisladas y no aisladas de los talleres y en fosas de visita del Metro de la Ciudad de México.

Estas piezas son fabricadas con acero forjado o con acero moldeado no aleado.

001.D.18.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Métodos de análisis químicos para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba para la determinación de dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117

001.D.18.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.D.18.c.01 Fabricación

1. Piezas forjadas. Serán forjadas en la masa por estirado, estampado o troquelado del metal. Si la fabricación necesita la abertura de una hendidura en caliente, ésta deberá estar limitada por dos orificios taladrados para que la pieza no tenga ninguna huella de desgarramiento o de prolongación de hendidura.

   Las piezas no deberán presentar dobleces, grietas o fisuras.

   Serán recocidas a una temperatura de 1148 a 1173 K (875 a 900°C) aproximadamente; luego se dejarán enfriar al aire en un piso perfectamente seco.

   Los orificios de las piezas deberán hacerse en frío con taladro y las rebabas se quitarán con cuidado.

2. Piezas moldeadas. Los métodos de moldeado, de colado, de recocido, de enfriamiento, etc., se dejan a juicio del fundidor.

   Cada pieza será sometida a un tratamiento de normalización el cual se asemeja a un recocido de regeneración y que consiste en un calentamiento un poco por arriba del límite superior de transformación y sin permanencia prolongada, seguido por un enfriamiento a velocidad controlada, con el fin de afinar o de regularizar el grano del acero. Los resultados del recocido en ningún caso deberán ser modificados por operaciones posteriores como por ejemplo, maquinado, enderezado o calibrado.

001.D.18.c.02 Mecánicos y químicos

1. Acero para piezas forjadas. El acero en barra o producto terminado, destinado a la fabricación de las piezas forjadas, tendrá las características siguientes al estado normalizado:

   — Esfuerzo de ruptura por tensión: $41 \leq R \leq 49$ daN/mm² ($4182 \leq R \leq 4998$ kg/cm²).

   — Alargamiento: $A \geq 26\%$.

   — Composición química: $C \leq 0.23\%$.

   $P \leq 0.045\%$.

   $S \leq 0.045\%$.

2. Las piezas de acero moldeado presentarán después de su fabricación y del tratamiento térmico, las siguientes características:

   — Límite de elasticidad: ≥ 20 daN/mm² (≥ 2040 kg/cm²).

   — Esfuerzo de ruptura por tensión: $40 \leq R \leq 55$ daN/mm² ($4080 \leq R \leq 5610$ kg/cm²).

   — Alargamiento: $A \geq 25\%$.

   — Composición química: $C \leq 0.18\%$.

   $S \leq 0.040\%$.

   $P \leq 0.040\%$.

   $Si \leq 0.050\%$.

3. Dureza Brinell. Las durezas obtenidas en las piezas de un mismo lote no deberán presentar diferencias superiores a 30 unidades Brinell.

001.D.18.c.03 Acabado de ejecución

1. Las piezas forjadas tendrán las superficies uniformes y saneadas; no deberán presentar ningún defecto, hendidura, grieta, hueco, etc., perjudicial para su uso.

2. Las piezas moldeadas deberán ser desarenadas, rebabeadas, liberadas de cualquier óxido que pueda desprenderse y de los sobrantes de colados, sopladeros y mazarotas. Las superficies brutas no deberán presentar rugosidades importantes.

001.D.18.c.04 Tolerancias dimensionales

1. Las dimensiones y sus tolerancias particulares serán indicadas en los planos de proyecto autorizados.

2. Salvo indicaciones contrarias, los diámetros de los barrenos para los pernos se harán con las tolerancias siguientes:

   — Producto íntegro de fundición: + 1 mm, − 0 mm.

— Maquinados: + 0.5 mm, − 0 mm.

3. Para las otras partes de las piezas y a falta de indicaciones, se admitirán las tolerancias siguientes:

Cota, en mm	**Tolerancias, en mm, en una cota entre dos superficies en bruto (o entre una superficie en bruto y una maquinada)**
3	+ 1.0 o hasta ± 1.5 en caso de paredes obtenidas por colada con infiltración
de 3 a 6	
de 6 a 9	
de 9 a 18	
de 18 a 32	
de 32 a 50	
de 50 a 80	

001.D.18.c.05 Reparaciones

1. Algunos defectos superficiales podrán eliminarse por supresión de metal (burilado en frío, limadura, maquinado y otros métodos aprobados), con la condición de que se respeten las tolerancias dimensionales.

2. Reparaciones de poca importancia podrán ser autorizadas por el Representante y bajo la responsabilidad del proveedor, quien podrá proponer ya sea una recalcadura local, o una añadidura de metal por soldadura (en este último caso, la pieza será sometida a un recocido si el Representante lo juzga necesario).

   Las piezas reparadas serán sometidas a un control visual o a un control por resudación. El número de piezas así controladas se deja a juicio del Representante. Las piezas que presenten fisuras o hendiduras serán rechazadas.

3. Todas las reparaciones efectuadas sin autorización, así como también para ocultar un defecto de la pieza serán rigurosamente prohibidas y podrán ocasionar el rechazo de todo el pedido.

001.D.18.c.06 Marcas

Las piezas llevarán punzonadas (o directamente de la fundición para las piezas moldeadas) en la cara superior, las marcas siguientes:

— Marca del proveedor (abreviada).

— Indicación del mes y las últimas dos cifras del año de fabricación.

— Eventualmente un símbolo que caracteriza a la pieza, si esto es requerido por el Representante.

001.D.18.c.07 Muestras para pruebas

1. Para el acero forjado, las muestras se tomarán directamente de la zona de almacenamiento, antes de la fabricación de las piezas por forjado.

2. Para el acero moldeado se extraerán lingotes y apéndices de cada uno de los lotes.

   — Para las pruebas de tensión (y las eventuales pruebas adicionales) el proveedor deberá prever cuando menos cuatro lingotes muestra contiguos a estas piezas y que permitan obtener las probetas necesarias.

   — Apéndices para la verificación de la textura (con un espesor igual a la pared de implantación sin exceder los 15 mm y con 25 mm de ancho mínimo) en número suficiente para los exámenes de textura previstos y para permitir que el fundidor verifique personalmente el resultado del recocido y el resultado de un segundo recocido eventual. Algunos de estos apéndices serán utilizados para el análisis químico; los lingotes muestra y los apéndices quedarán ligados a las piezas hasta terminarse el ciclo térmico.

   — A reserva de las disposiciones anteriores, la forma de los lingotes muestra y de los apéndices así como su ubicación se dejarán a juicio del fundidor. Si en caso excepcional es imposible asegurar un suministro normal del lingote muestra y de la pieza, los lingotes muestra podrán colocarse al mismo tiempo que las piezas, con metal proveniente del mismo caldero de colada, en las mismas condiciones de temperatura y de preferencia en el mismo molde. El molde del lingote muestra deberá estar constituido de la misma manera que el de la pieza (por ejemplo de arena desecada, si la pieza es colada con arena desecada).

001.D.18.c.08 Presentación de las piezas para su recepción y formación de los lotes

1. Todas las piezas serán sometidas a un examen de recepción.

2. Para las piezas forjadas, es conveniente cerciorarse que los productos usados para la fabricación de las piezas corresponden exactamente a las características de los aceros exigidos.

3. Las piezas de una misma colada constituirán un lote.

4. Si las piezas pertenecen a coladas no identificadas, el lote deberá tener un peso inferior a tres toneladas.

5. Por lo que se refiere a las piezas moldeadas, el lote se formará con piezas provenientes de una misma colada y que hayan sido sometidas a un tratamiento térmico idéntico. Cualquiera que sea su número, las piezas que formen parte de una misma presentación en recepción constituirán un lote.

001.D.18.c.09 Naturaleza y proporción de las pruebas

1. Pruebas mecánicas

   — Prueba de tensión según NOM B-117 (dos pruebas por lote).

   — Prueba de dureza Brinell según la norma NOM B-116 (se dejará a juicio del Represen-

tante para las piezas forjadas y cinco pruebas mínimo por lote para las piezas moldeadas).

2. Análisis químico: según la norma NOM B-1, un análisis por lote.

3. Verificación de la textura: al menos cinco verificaciones por lote.

   — Para el acero forjado. Las muestras entalladas con buril o con cortafrío en todo el contorno de su sección, se romperán bruscamente en voladizo, ya sea con martillo, punzón o macho. Las rupturas no deberán presentar huellas de materias extrañas, escamas, dobleces de material, ni inclusiones de óxido.

   — Para el acero moldeado. Los apéndices serán entallados en una sola cara y lo más cerca posible de la pared de implantación; la profundidad de la cortadura deberá ser inferior al cuarto del espesor del apéndice. Los apéndices se rompen con golpes de martillo sobre la cara entallada. En la verificación de cada ruptura se deberá observar una textura fina, homogénea, exenta de burbujas, inclusiones de arena, libre de cristales brillantes, dejando ver un metal sin segregaciones y convenientemente normalizado.

4. Control del acabado de las superficies y verificaciones geométricas (cotas, superficies, inclinaciones, etc.): el número de piezas a controlar se hará como se indica en 4.02.01.001.G.05 de estas especificaciones.

5. Las verificaciones de las cotas y de las tolerancias se harán por medio de escantillones fabricados a cargo del proveedor, previa aprobación del modelo por parte del Representante.

001.D.18.c.10 Muestras para pruebas

1. Para el acero forjado, las muestras se tomarán directamente de la zona de almacenamiento, antes de la fabricación de las piezas por forjado.

2. Para lingotes y apéndices de acero moldeado, se procederá de la siguiente manera:

   Para cada uno de los lotes, el proveedor deberá prever:

   — Cuando menos cuatro lingotes muestra contiguos a estas piezas que permitan obtener probetas necesarias para las pruebas de tensión (y las pruebas adicionales eventuales) con un espesor superior a 25 milímetros.

   — Apéndices para la verificación de la textura (con un espesor igual a la pared de implantación sin exceder los 15 mm y con 25 mm de ancho mínimo) en número suficiente para los exámenes de textura previstos y para permitir que el fundidor verifique personalmente el resultado del recocido y el resultado de un segundo recocido eventual.

   — Algunos de estos apéndices serán utilizados para el análisis químico.

   — Los lingotes muestra y los apéndices quedarán ligados a las piezas hasta terminarse el ciclo térmico.

   — A reserva de las disposiciones anteriores, la forma de los lingotes muestra y de los apéndices así como su ubicación, se dejarán a juicio del fundidor.

   — Si en caso excepcional es imposible asegurar una alimentación normal del lingote muestra y de la pieza, los lingotes muestra podrán colarse al mismo tiempo que las piezas, con metal proveniente del mismo caldero de colada, en las mismas condiciones de temperatura y de preferencia en el mismo molde.

   — El molde del lingote muestra debe estar constituido de la misma manera que el de la pieza (por ejemplo de arena desecada, si la pieza es colada en arena desecada).

001.D.18.c.11 Preparación de las probetas

1. El recorte de las muestras y la preparación de las probetas deberá realizarse en frío, con máquina, sin ninguna operación de martilleo ni de tratamiento térmico. Sin embargo, la unión del lingote muestra podrá ser cortada con soplete.

2. Los apéndices para el examen de textura, serán entallados en una sola cara y lo más cerca posible de la pared de implantación. La profundidad de la cortadura deberá ser inferior al cuarto del espesor de la pieza o del apéndice.

3. Las piezas, las probetas y las muestras destinadas al análisis químico, deberán conservar las marcas del golpe del agente recepcionista.

001.D.18.c.12 Bases de aceptación

1. Cualquier característica que no esté conforme a las condiciones impuestas en las pruebas mecánicas, la verificación de la textura o el análisis químico, podrá originar el rechazo del lote correspondiente.

2. Sin embargo, si una probeta no satisface las condiciones impuestas, el Representante podrá autorizar dos extracciones para pruebas adicionales del mismo tipo. El lote será aceptado si las pruebas adicionales son satisfactorias. De lo contrario, el lote será rechazado. Todos los gastos ocasionados por las pruebas estarán a cargo del proveedor.

3. Además, cuando el material no cumpliera con la dureza o la textura (en caso de cristalización únicamente), las piezas del mismo lote podrán someterse a un nuevo recocido de normalización y se procederá a una nueva serie de pruebas previstas en esta especificación.

001.D.18.c.13 Verificación geométrica, escantillones

1. La verificación de las dimensiones se efectuará sobre las piezas al estado de entrega.

2. Las dimensiones de las partes sin maquinar y sus tolerancias se medirán con instrumentos que den la precisión necesaria.

3. Las dimensiones de las partes maquinadas se medirán con instrumentos apropiados y aprobados por

el Representante y que permitan obtener la precisión exigida para las tolerancias impuestas.

4. Todos los instrumentos de medición estarán a cargo del proveedor.

001.D.18.c.14 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas durante dos años contados a partir de la fecha de puesta en servicio en las vías; sin embargo, ninguna reclamación podrá presentarse durante un periodo superior a cuatro años a partir de la fecha de entrega (fecha anotada en las piezas).

2. Cualquier pieza que, durante este tiempo, se deteriore por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante su recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

3. Si el fabricante lo solicita, la o las piezas defectuosas le serán devueltas, con los gastos de transporte a su cargo.

001.D.18.c.15 Derechos de patente

Los gastos eventuales de patente estarán a cargo del proveedor, quien se responsabilizará contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. E

MATERIAL AISLANTE

001.E.01 PEQUEÑO MATERIAL AISLANTE PARA VIA Y APARATOS DE VIA

001.E.01.a DESCRIPCION

El pequeño material aislante es un conjunto de piezas que se utiliza esencialmente para el aislamiento de la vía.

Las principales piezas a fabricar, sin que esta lista sea limitativa, son las siguientes:

1. Separadores aislantes (end post), para rieles y pistas (con excepción de los separadores de material plástico que son objeto de la especificación 4.02.01.001.E.02).
2. Forros para juntas aislantes con planchuelas metálicas.
3. Manguitos o fundas y rondanas aislantes.

001.E.01.b REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.01.b.01 Materiales

1. Los separadores aislantes de material no plástico serán fabricados exclusivamente con fibra gris vulcanizada.
2. Las otras piezas podrán ser fabricadas a elección del proveedor:
   - — Con fibra vulcanizada.
   - — Con aislante estratificado fenoplasta a base de tejido de algodón o de papel celulosa.
   - — Con aislante a base de fibra de vidrio y de resina poliéster.
   - — Con material plástico.

001.E.01.b.02 Forma y dimensiones

Las formas y las dimensiones de las piezas deberán ser de acuerdo a los planos de proyecto.

001.E.01.b.03 Marcas

Las piezas (separadores, forros), deberán ser marcados con el nombre del proveedor o de su marca registrada y con las dos últimas cifras del año de fabricación.

001.E.01.b.04 Acabado

Las piezas deberán tener bordes limpios y sin rebabas, las superficies deberán ser lisas, sin resquebrajaduras, quemaduras u otros defectos superficiales. Las piezas de fibra vulcanizada serán entregadas en estado natural.

001.E.01.b.05 Tolerancias dimensionales

Salvo estipulaciones contrarias mencionadas en los planos de proyecto, las tolerancias dimensionales generales serán las siguientes:

1. En separadores aislantes:
   - — Dimensiones superficiales: $\pm$ 1 %
   - — Espesor: $\pm$ 0.3 mm
2. En otras piezas:
   - — Largo y ancho: $-$ 0, $+$ 2 %
   - — Espesor: $\pm$ 0.3 mm
   - — Diámetro (exterior e interior) de los manguitos, rondanas y diámetro de los barrenos: $\pm$ 0.2 mm

001.E.01.b.06 Presentación de las piezas para su recepción.

1. Formación de los lotes. Las piezas presentadas serán agrupadas por lotes de 500 unidades o fracción.
2. Cada lote será sometido a las pruebas y controles siguientes:
   - — Prueba de resistencia eléctrica superficial.
   - — Prueba de resistencia a la compresión.
   - — Prueba de absorción de agua.
   - — Prueba de aislamiento después del mojado.
   - — Control del aspecto y de las dimensiones.

001.E.01.b.07 Supervisión

El Representante tendrá libre acceso a los talleres del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido; podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias. En principio todas las pruebas se efectuarán en los laboratorios del proveedor y a su cargo.

001.E.01.b.08 Muestreo

1. Algunas pruebas se efectuarán directamente sobre las piezas terminadas. Otras, especialmente en caso de piezas no planas, se efectuarán sobre probetas preparadas por el proveedor en las mis-

mas condiciones que las de las piezas a recepcionar.

2. Las piezas o probetas utilizadas para las pruebas no serán parafinadas ni recubiertas con barniz aislante o hidrófugo.

001.E.01.b.09 Pruebas

1. Prueba de resistencia eléctrica superficial. Después de raspar eventualmente la capa superficial, se colocarán a una profundidad de 1 mm en la pieza, dos electrodos de acero en forma de agujas a 3 mm de distancia el uno del otro. Se conectarán en serie con un voltímetro, con resistencia interna de al menos 500 ohms por volt, a los bornes de una fuente de alimentación eléctrica de 110 o 220 volts. La prueba se practicará en tres partes diferentes de la pieza y sobre cinco piezas por lote. No deberá observarse ninguna desviación de la aguja del voltímetro.

2. Prueba de resistencia a la compresión. La prueba se realizará sobre probetas de 40 x 40 cm y con espesor igual al de las piezas.

   — Una probeta (No. 1) será sometida a una presión de 20.0 daN/mm² (2039 kg/cm²).

   — Una probeta (No. 2) será sometida a una presión de 25.0 daN/mm² (2548 kg/cm²).

   — Una probeta (No. 3) será sometida a una presión de 30.0 daN/mm² (3058 kg/cm²).

   Una última probeta (No. 4), tras una inmersión de 24 horas en agua dulce a una temperatura comprendida entre 288.15 y 293.15 K (15 y 20°C), será sometido a una presión de:

   — 7.0 daN/mm² (714 kg/cm²) para las piezas de 3 mm de espesor.

   — 8.5 daN/mm² (866 kg/cm²) para las piezas de 5 y 7 mm de espesor.

   Las presiones mencionadas arriba, se aplicarán mediante un punzón de sección cuadrada de 20 mm de lado y con ángulos redondeados de 0.4 mm de radio, por medio de una prensa. Las profundidades de las huellas dejadas por el punzón deberán ser cuando mucho iguales a los valores siguientes:

   — Probeta No. 1: 1 mm

   — Probeta No. 4: 1.1 mm para las piezas con 3 mm de espesor.

   1.3 mm para las piezas con 5 mm y 7 mm de espesor.

   La probeta No. 2 deberá conservar un aspecto inicial después de la prueba y la probeta No. 3 no deberá romperse durante la prueba.

3. Prueba de absorción de agua. La prueba se efectuará sobre tres probetas de 100 x 125 mm tomadas de las piezas con el menor espesor. Las probetas se pesarán con precisión, estando secas y luego se dejarán en agua a una temperatura comprendida entre 283.15 y 293.15 K (10 y 20°C) durante 24 horas. Después se sacarán del agua y se dejarán escurrir durante 15 minutos, sin ningún secado previo. El aumento máximo de peso tolerado después de 24 horas de inmersión en el agua está dado en la tabla 001-20.

Tabla 001-20. Prueba de absorción de agua

Espesor e de las piezas, en mm	Aumento máximo, en porcentaje
$e \leq 1$	10
$1 < e \leq 2$	8
$2 < e \leq 3$	6
$3 < e \leq 4$	5
$e > 4$	4

   La deformación de la muestra no deberá rebasar el 20 por ciento del espesor para las flechas de deformación o la dilatación de los bordes.

   En caso de aislantes estratificados, fenoplastos a base de tejido de algodón o de papel de celulosa, el nivel de absorción se expresará en miligramos por milímetro de espesor.

4. Prueba de aislamiento después del mojado. Inmediatamente después de la prueba de absorción de agua, la probeta se colocará entre dos placas metálicas sometidas a una carga de 30.0 daN. El valor del aislamiento medido con el óhmetro deberá ser superior a 4000 ohms.

5. Control del aspecto y de las dimensiones

   Se verificará la conformidad de las piezas con las prescripciones indicadas en 001.E.01.b.02 a 05 de esta especificación.

   El número de piezas a examinar será del 25 por ciento del lote presentado.

001.E.01.b.10 Expedición

1. Después de su recepción, las piezas no plásticas serán parafinadas o recubiertas con un barniz aislante e hidrófugo aprobado.

2. Las piezas serán empacadas convenientemente para protegerlas contra la intemperie y choque durante el transporte.

3. Cada embalaje será provisto de una etiqueta sólidamente adherida que precisará:

   — El nombre del cliente.

   — La marca del proveedor.

   — El número del pedido.

   — El contenido del embalaje.

001.E.01.b.11 Derechos de patente

1. Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor, quien garantizará

al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

001.E.01.b.12 Garantía

Las piezas serán garantizadas durante dos años a partir de su puesta en servicio en la vía, sin que el recurso pueda presentarse durante más de cuatro años a partir de la fecha de entrega. Cualquier pieza que durante este periodo se deteriore, por causas ajenas al desgaste normal, o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza defectuosa le será devuelta, con los gastos del transporte a su cargo.

001.E.02 PERFILES AISLANTES DE MATERIAL PLASTICO

001.E.02.a DESCRIPCION

Son los perfiles de material aislante de plástico (end post), utilizados en las juntas aislantes de los rieles y pistas de rodamiento metálicas en las vías del Metro de la Ciudad de México.

001.E.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pequeño material aislante para vía y aparatos de vía	4.02.01.001.E.01

001.E.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.02.c.01 Material

Los perfiles aislantes se fabricarán con poliamido 6-6. Las características del material y las condiciones de aplicación deberán permitirle presentar las solicitaciones eléctricas (resistencia eléctrica superficial) y mecánicas (resistencia a la compresión, capacidad a la curvatura) exigidas durante las pruebas de recepción.

001.E.02.c.02 Físicos

Resistencia eléctrica superficial: la muestra será aceptable si no se observa ninguna desviación en la aguja del voltímetro al efectuar la medición.

001.E.02.c.03 Mecánicos

1. Resistencia a la compresión. La muestra será aceptable si la profundidad de la huella formada por el punzón no es superior a 1.5 mm y no deberá producirse un desgarramiento ni deformación del material.

2. Capacidad de curvatura. La muestra no deberá presentar ruptura.

001.E.02.c.04 Forma y dimensiones

Los perfiles aislantes deberán ser conforme a los planos de proyecto aprobados por el Representante.

001.E.02.c.05 Fabricación

1. Los perfiles aislantes deberán obtenerse por moldeado. La alimentación del molde no deberá hacerse en el alma del perfil aislante.

2. Las piezas deberán tener bordes bien definidos y sin rebabas, superficies lisas, sin grietas u otros defectos superficiales.

3. Cualquier retoque destinado a ocultar un defecto susceptible de perjudicar la capacidad de las piezas en servicio estará prohibido.

001.E.02.c.06 Marcas

Cada perfil aislante deberá llevar en relieve con caracteres de 6 mm de altura en el ala que sobresale del perfil, las indicaciones siguientes: el nombre o marca del proveedor y las dos últimas cifras del año de fabricación.

001.E.02.c.07 Expedición y empaque

Los perfiles aislantes deberán entregarse en empaques apropiados, para que no sufran ningún deterioro durante su transporte. Serán empacados en paquetes de 20, agrupados por múltiplos de 100, 500 o 1000 piezas.

001.E.02.c.08 Tolerancias dimensionales

Salvo indicaciones contrarias indicadas en los dibujos, las tolerancias dimensionales serán las siguientes:

— Dimensiones superficiales: $\pm$ 1 %.

— Espesor: $\pm$ 0.3 mm.

001.E.02.c.09 Almacenamiento

Las piezas se presentarán para su almacenamiento en lotes de 500 piezas o fracción de 500 de igual tipo y de la misma fabricación.

001.E.02.c.10 Identificación

Cada empaque llevará una etiqueta perfectamente adherida con las indicaciones siguientes, de manera indeleble:

— Nombre del cliente.

— El nombre o la marca del proveedor.

— El número del pedido.

— La descripción del contenido y el número de piezas.

001.E.02.c.11 Muestreo

— El Representante tomará al azar, de cada lote presentado, las piezas destinadas a las pruebas y las marcará en una forma indeleble.

— Las muestras recortadas en las piezas para prueba deberán conservar la marca del Representante.

— Las muestras destinadas a las pruebas de resistencia a la compresión (cinco pruebas por lote) y de capacidad a la curvatura (cinco pruebas por lo-

te), estarán acondicionadas a un porcentaje de humedad relativa del 50 por ciento obtenido por inmersión durante nueve días a una temperatura de 370 K ± 2 K (97°C ± 2°C) en una solución de acetato de potasio a una concentración de 100 g de KCO_2 CH_3 por 100 g de agua.

— Las marcas en relieve que eventualmente figurarán en las muestras serán cuidadosamente enrasadas.

— Para el ensaye de resistencia eléctrica superficial se efectuarán tres pruebas por lote.

— El Representante tendrá libre acceso a la planta a cualquier hora, durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias. En principio todas las pruebas se efectuarán en los laboratorios del proveedor y a su cargo.

001.E.02.c.12 Métodos de prueba

1. Resistencia eléctrica superficial. Esta prueba se llevará a cabo conforme a lo indicado en 4.02.01.001.E.01.b.09(1) de estas especificaciones.

2. Resistencia a la compresión

   — La prueba se llevará a cabo sobre tres muestras, que tendrán el espesor del perfil, recortadas de tres perfiles distintos. Las dimensiones superficiales de las muestras serán de 40 x 40 mm para los perfiles de riel y de 23 x 23 mm para los perfiles de pista metálica.

   — Un punzón de acero de sección cuadrada de 20 mm de lado para el perfil de riel y de 10 mm para el perfil de pista, y que tenga los cuatro ángulos de su cara de aplicación redondeados al radio de 0.4 mm, se aplicará sobre la muestra acondicionada según las prescripciones de 001.E.02.c.11 y luego cuidadosamente enjuagada.

   — La aplicación se hará, de 15 a 45 minutos después del término del acondicionamiento, a una velocidad de 5 a 6 mm/minuto mediante una prensa. La presión será previamente llevada a 0.2 daN/mm² (20.4 kg/cm²), bajo los cuales los comparadores utilizados para la medición de la profundidad de la huella serán regulados en cero. Luego se llevará la presión a 12 daN/mm² (1224 kg/cm²) y se medirá la profundidad de la huella formada por el punzón.

3. Capacidad de la curvatura

   — La prueba se efectuará sobre tres muestras recortadas en el alma del perfil, marcadas con los números del 1 al 3 y ensayadas sucesivamente. Las dimensiones de estas muestras serán: L = 120 mm, l = ancho del alma del perfil y e = espesor del perfil.

   — La muestra, acondicionada según lo especificado en 001.E.02.c.11, será cuidadosamente enjuagada. En el plazo de 15 a 45 minutos después del término del acondicionamiento, la muestra será convenientemente colocada en un aparato para curvado, provisto de un mandril de 50 mm de diámetro.

   — El aparato para curvado con la muestra, se meterá en un refrigerador a 258 K ± 1 K (− 15°C ± − 1°C) en el interior del cual, después de cinco horas los dos extremos de las muestras se llevarán al paralelismo en cinco segundos aproximadamente.

001.E.02.c.13 Derechos de patente

Los derechos de patente que puedan presentarse estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.E.02.c.14 Garantía

Las piezas aislantes serán garantizadas por el proveedor durante un periodo de dos años contados a partir de la fecha de su puesta en servicio en las vías, sin que por eso pueda presentarse una reclamación durante más de cuatro años después de la fecha de fabricación. Toda pieza que durante este periodo llegue a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito por parte del proveedor de una pieza idéntica o al pago de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza defectuosa le será devuelta, pero los gastos de transporte correrán a cargo del proveedor.

001.E.03 PLANCHUELAS AISLANTES DE MADERA LAMINADA IMPREGNADA DE RESINAS SINTETICAS

001.E.03.a DESCRIPCION

Las planchuelas aislantes de madera laminada impregnada de resinas sintéticas están destinadas a las juntas aislantes de pistas metálicas de rodamiento.

001.E.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.03.c.01 Condiciones de fabricación

1. Dibujos. Las formas y las dimensiones de las piezas son definidas por el plano de proyecto aprobado.

2. Marcas. Las piezas deberán llevar con pintura o tinta indeleble las siguientes marcas:

   — La marca del proveedor.

   — El mes y las dos últimas cifras del año de fabricación.

3. Acabado. Las piezas no deben presentar ninguna deformación en ningún sentido, sus caras serán planas sin costras, sus bordes exentos de rebabas, hendiduras u otros defectos.

4. Tolerancias dimensionales. Fuera de las indicaciones anotadas por el proyecto y a menos de que se especifique lo contrario, las tolerancias son las siguientes:

   — Largo de la planchuela: ± 4 mm

— Dimensiones transversales del perfil:

Superficies de embridado : ± 0.25 mm

Altura máxima de planchuela: ± 1 mm

Espesor de la planchuela : ± 1 mm

— Angulo de los planos formados por las caras de emplanchuelado: La tolerancia sobre este ángulo es de ± 4 minutos de ángulo.

— Escuadrado de los extremos: ± 2 mm

— Diámetro de los barrenos de pernos: ± 0.5 mm

— Posición de los barrenos de pernos: ± 1 mm

— Profundidad del hueco para alojar la cabeza de los pernos: ± 0.4 mm

— La tolerancia entre barrenos no puede acumularse y deberá ser rigurosamente respetada entre dos barrenos cualquiera consecutivos o no.

— El plano vertical de simetría de dos barrenos centrales no debe estar distante más de 1.5 mm del centro de la planchuela.

— La posición longitudinal de los barrenos de emplanchuelamiento se comprobará por medio de un gálibo constituido por una placa de acero sobre la cual se fijan tantos pernos como barrenos de emplanchuelado. Los pernos tendrán un diámetro inferior en 1 mm al de los barrenos y sus centros estarán colocados sobre un mismo eje a distancias respectivas rigurosamente iguales a las de los barrenos indicados en el plano. Los pernos deberán penetrar simultáneamente en todos los barrenos de la planchuela.

— El centrado de los barrenos respecto a las superficies de embridado se comprobará también según el mismo principio arriba mencionado por medio de un gálibo de lámina recortado en el perfil de la planchuela y provisto de un perno.

001.E.03.c.02 Supervisión

El o los representantes tendrán libre acceso a los locales de la planta en donde se fabrican las piezas durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrán realizar todas las verificaciones y pruebas que juzguen necesarias, las que serán efectuadas en los laboratorios del proveedor y a su cargo.

001.E.03.c.03 Naturaleza y proporción de las pruebas

Las planchuelas serán presentadas para su recepción en estado de entrega por lote de 250 piezas máximo; en cada lote se harán las siguientes pruebas:

1. A razón de una prueba por lote:

— Medición de la masa específica.

— Prueba de absorción de agua.

— Prueba de aislamiento.

— Prueba de flexión.

— Prueba de choque.

2. Control geométrico sobre todas las piezas.

001.E.03.c.04 Toma de las muestras para pruebas

1. Muestras. El Representante tomará al azar una planchuela de cada lote; sin embargo, cualquier fracción de lote puede dar lugar a una serie de pruebas según lo considere el Representante.

2 .Marcación de las muestras. En cada planchuela o pieza aislante tomada, el Representante deberá anotar con tinta indelebie una marca convencional que especifique el tipo de planchuela o de la pieza aislante, el número del lote y la naturaleza del material.

3. Marcación de las probetas. En cada probeta para pruebas recortada de la muestra deberán anotarse la marca convencional y el estampado del Representante.

4. Muestra - testigo. Después de recortar las probetas para pruebas, el recorte de la muestra será conservado con su marca para constituir una muestra-testigo que permitirá recortar nuevas probetas.

001.E.03.c.05 Pruebas físicas

1. Medición de la masa específica. La masa específica se determinará mediante cálculo, partiendo de las dimensiones y del peso de la probeta o de toda la pieza. La muestra será previamente limpiada por medios mecánicos para eliminar cualquier barniz superficial. La masa específica deberá estar comprendida entre 1.35 y 1.40; de lo contrario, se rechazará.

2. Absorción de agua. Se practicarán dos cortes transversales en cada extremo de la muestra, que permitan obtener dos secciones de material. La primera de ellas tendrá un espesor de 5 mm. Las dos secciones obtenidas por este corte, no se utilizarán en la prueba; la segunda sección tendrá un espesor de 10 mm y las piezas obtenidas serán identificadas con las letras A y B. La parte central restante se designará con la letra C. Estas letras se agregarán a la marcación convencional de las muestras. Las tres piezas A, B y C serán limpiadas mecánicamente para eliminar cualquier barniz superficial; luego pesadas y sumergidas durante 48 horas en agua dulce a una temperatura de 293.15 K ± 2 K (20°C ± 2°C). Después de la inmersión, se secarán cuidadosamente para luego volverse a pesar. El incremento de peso deberá ser cuando mucho de 4 por ciento para las partes A y B, con un promedio de los dos resultados no mayor de 3.5 por ciento. Para la parte C, el incremento no deberá ser mayor de 2.5 por ciento.

001.E.03.c.06 Prueba de aislamiento eléctrico

Inmediatamente después de la prueba de absorción de agua, se realizará con la parte central C, el montaje sobre dos tramos de riel en condiciones de uso. La resistencia medida entre las dos partes metálicas no deberá ser inferior a 4000 ohms.

001.E.03.c.07 Pruebas mecánicas

1. Prueba de flexión. Después de la prueba de aislamiento eléctrico, se cortarán en la parte central C de la planchuela dos probetas de 300 x 20 x 20 mm destinadas a las pruebas de flexión y de choque. Se tomará una probeta para cada prueba.

   Condiciones de la prueba de flexión:

   — Distancia entre apoyos: 240 mm.

   — Carga regulada creciente, concentrada a la mitad y orientada paralelamente a los planos del enchapado.

   — Radio de curvatura de los apoyos y de la pieza de aplicación de la carga: 25 mm.

   Resultados por obtener:

   — Carga de ruptura mínima de cada probeta: 430 daN (438.3 kg).

   — Flecha máxima a la ruptura: 8.5 mm.

2. Prueba de impacto. Se utilizará una masa-péndulo que pueda desarrollar como mínimo 100 joules.

   Condiciones de la prueba:

   — Distancia entre soportes de la probeta: 240 mm.

   — Punto de aplicación del golpe: en el centro de la distancia entre apoyos.

   — Radio de curvatura de los apoyos y de la masa que golpea del péndulo: 15 mm.

   — Golpe aplicado paralelamente a los planos del enchapado.

   Resultados por obtener:

   — Trabajo mínimo de ruptura: 40 joules.

3. Pruebas adicionales

   Para las pruebas de flexión y de choque, se permitirá hacer una prueba adicional cuando los resultados sean menores en un 5 por ciento de los requeridos. Si esta segunda prueba no es satisfactoria, el lote completo será rechazado.

001.E.03.c.08 Verificación geométrica

1. La verificación geométrica se hará sobre todas las piezas en estado de entrega. Las dimensiones se medirán con instrumentos que proporcionen la precisión indispensable, considerando las tolerancias permitidas.

2. El proveedor suministrará a su cargo tres escantillones de verificación, uno para el perfil, uno para la posición de los barrenos y otro para el centrado de los mismos con respecto a las pendientes de emplanchuelado. Deberán someterse a la aprobación del Representante.

001.E.03.c.09 Marcaje de piezas rechazadas

Las piezas o lotes rechazados por no cumplir con las indicaciones de esta especificación serán marcados por el Representante en presencia del proveedor con un punzón para evitar que sean incluidas en otros lotes.

001.E.03.c.10 Expedición

1. Después de la recepción, las piezas serán convenientemente empacadas para protegerlas contra la intemperie y los golpes durante el transporte.

2. Cada paquete será provisto de una etiqueta debidamente adherida, con los siguientes datos:

   — El nombre del cliente.

   — El número del pedido.

   — La marca del proveedor.

   — El contenido del paquete.

001.E.03.c.10 Garantía

El proveedor garantizará sus piezas durante un tiempo de dos años contados a partir de la fecha de puesta en servicio en las vías; sin embargo, ningún recurso podrá ser presentado después de cuatro años a partir de la fecha de fabricación. Cualquier pieza que durante este tiempo llegare a deteriorarse por una causa que no sea imputable al desgaste normal o que presente defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza defectuosa será regresada con los gastos de transporte a su cargo.

001.E.03.c.11 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.E.04 RECUBRIMIENTO PLASTICO

001.E.04.a DESCRIPCION

El recubrimiento plástico es un perfil fabricado en material aislante destinado a ser pegado sobre la barra guía y/o toma de corriente. El revestimiento será utilizado no solamente en túnel, sino también en zonas exteriores.

Se recomienda utilizar un material termoplástico tipo cloruro de polivinilo. En el caso de un elastómero tipo neopreno, habrá que controlar en particular su resistencia a los agentes propios de la intemperie (frío, calor, luz solar, humedad, corrosión por gases atmosféricos, etc.).

001.E.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Planchuelas aislantes de madera laminada impregnada de resinas sintéticas	4.02.01.001.E.03

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes	NOM J-120
Resistencia a la corriente directa o conductancia de materiales aislantes	ASTM D-257
Pruebas y propiedades a la tensión en hules	ASTM D-412
Prueba de dureza en plásticos	ASTM D-2240

001.E.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.04.c.01 Mecánicos

1. Tensión. El esfuerzo soportado por la muestra durante el ensaye deberá estar comprendido entre 1.6 y 1.8 daN/mm² (160 y 180 kg/cm²); el alargamiento deberá estar comprendido entre 260 y 280 por ciento.

2. Dureza. La dureza Shore A medida al espécimen de prueba, deberá tener un valor mínimo de 80.

001.E.04.c.02 Físicos

1. Absorción de agua. El incremento del peso después del ensaye deberá ser menor de 0.2 por ciento.

001.E.04.c.03 Eléctricos

1. Medición de la resistividad transversal. El valor mínimo (R) será de 100 000 megaohms-cm²/cm tanto en el material seco como después de mojado.

2. Medición de la rigidez dieléctrica transversal. El valor mínimo será de 7 kV/mm.

001.E.04.c.04 Térmicos

1. Incombustibilidad. La flama deberá extinguirse en menos de cinco segundos después de retirar el mechero Bunsen.

2. Resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Después del quinto ciclo, las muestras no deberán presentar ninguna fisura o resquebrajadura. Las muestras que sean sometidas después al ensaye de tensión, no deberán presentar una variación mayor de 0.2 daN/mm² (20 kg/cm²) obtenidos según 001.E.04.c.01 de esta cláusula.

3. Envejecimiento acelerado. Las muestras no deberán presentar ninguna fisura ni resquebrajadura. Las muestras que sean sometidas después al ensaye de tensión, no deberán variar en 0.2 daN/mm² (20 kg/cm²) según 001.E.04.c.01 de esta cláusula.

001.E.04.c.05 Dimensiones y tolerancias

Se indican en la fig 001-98.

001.E.04.c.06 Acabado

Los recubrimientos no deberán presentar ningún defecto perjudicial para su uso o su duración. Deberán estar perfectamente limpios y exentos de aceite o grasa.

001.E.04.c.07 Empaque

El recubrimiento será entregado en rollos de 30 m de largo.

001.E.04.c.08 Recepción y almacenamiento

Los rollos serán presentados para su recepción en estado de entrega y serán almacenados por lotes de 200 piezas o fracción. Todas las pruebas se efectuarán con cargo al proveedor.

001.E.04.c.09 Número de muestras

Para las pruebas mecánicas y eléctricas especificadas, se tomará una muestra por lote, y para las pruebas térmicas se tomarán dos por lote. Las muestras necesarias para las pruebas serán recortadas de tramos escogidos al azar por el Representante y deberán conservar las marcas que les hayan sido impuestas por éste.

001.E.04.c.10 Pruebas

1. La prueba de resistencia a los cambios bruscos de temperatura así como la de envejecimiento acelerado se realizarán como se indica en la especificación 4.02.01.001.D.01.

2. Prueba de incombustibilidad. Una muestra será expuesta una sola vez a la flama de un mechero Bunsen durante 15 segundos; las condiciones de ejecución de la prueba serán como se indica en 4.02.01.001.D.01.

3. Prueba de absorción de agua. Se realizará como se indica en la especificación 4.02.01.001.E.03.

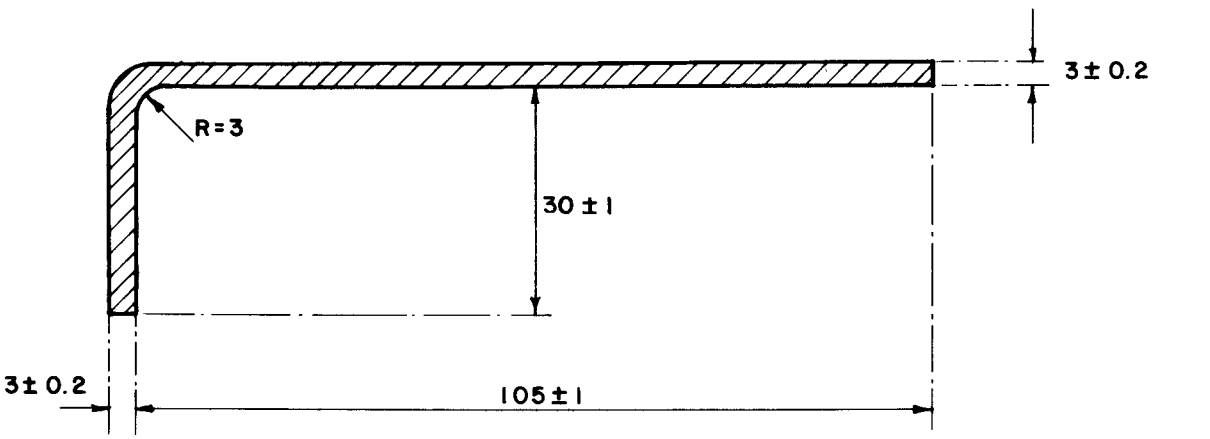
4. El resto de las pruebas se hará conforme a las referencias de 4.02.01.001.E.04.

001.E.04.c.11 Garantía

1. Las piezas serán garantizadas por el proveedor durante un periodo de dos años, contados a partir de su puesta en servicio en la vía, no pudiendo ejercerse ninguna reclamación después de más de cuatro años contados a partir de la fecha de su entrega. Toda pieza que durante este periodo llegara a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza retirada del servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.E.04.c.12 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse, estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.



ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-98 Recubrimiento aislante para ángulo barra guía

001.E.05 PLACAS DE MATERIAL AISLANTE

001.E.05.a DESCRIPCION

Son placas de material aislante de 4 mm de espesor destinadas al revestimiento de las barras guía en las estaciones del Metro de la Ciudad de México.

001.E.05.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Pequeño material aislante para vía y aparatos de vía	4.02.01.001.E.01
Determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes	NOM J-120
Resistencia a la corriente directa o conductancia de materiales aislantes	ASTM D-257
Resistencia a la tensión (de materiales aislantes eléctricos) en placas rígidas	ASTM D-229
Propiedades a la flexión en plásticos y materiales aislantes	ASTM D-790
Resistencia al impacto de plásticos y materiales aislantes	ASTM D-256

001.E.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.05.c.01 Condiciones de fabricación

1. Material. Las placas de material aislante se fabricarán con un aislante estratificado a base de vidrio y resina poliéster; sin embargo, se podrán proponer para su aprobación materiales de composición diferente, como por ejemplo el asbesto-cemento. Cualesquiera que sean las características del material, éste será aceptado sólo si cumple con las condiciones de la presente Especificación.

2. Aprobación del material. Antes de proceder a cualquier pedido definitivo, el proveedor deberá entregar al Representante muestras para proceder a todas las pruebas descritas en esta especificación. Según los resultados el material será aprobado o rechazado; la aprobación tiene por objeto autorizar al proveedor a que empiece su fabricación, pero no compromete en lo más mínimo al Representante por lo que a la recepción de las piezas definitivas se refiere, ya que éstas podrán ser aceptadas o rechazadas si cumplen o no las condiciones impuestas en esta Especificación.

001.E.05.c.02 Mecánicos

1. Flexión. En el ensaye de flexión la muestra deberá tener una resistencia mínima a la ruptura de 12 daN/mm² (1225 kg/cm²).

2. Tensión. La resistencia mínima a la ruptura para el ensaye de tensión será de 7 daN/mm² (715 kg/cm²).

3. Resistencia al choque mecánico. El valor mínimo de trabajo absorbido durante el ensaye será de 4 J/cm².

001.E.05.c.03 Físicos

1. Absorción de agua. Después de estar sumergida, la probeta tendrá un incremento de peso de 0.2 por ciento como máximo.

2. Abrasión. El desgaste en la muestra tendrá una profundidad máxima (e) de 0.1 milímetros.

001.E.05.c.04 Eléctricos

1. Resistividad transversal en ambiente normal. El valor mínimo (R) será de 107 megahoms-cm²/cm.

2. Resistividad transversal después del mojado. La resistividad mínima al medir la probeta húmeda será de 10^5 megahoms-cm²/cm.

3. Rigidez dieléctrica transversal. El valor mínimo será de 10 kV/mm.

4. Resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 220 V. Las dimensiones de la zona destruida no deberán rebasar 40 mm de diámetro y 2 mm de profundidad.

5. Resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 750 V. El arco eléctrico deberá autoextinguirse y no restablecerse.

6. Transmisión de la tensión después de mojado. La tensión medida deberá ser inferior a 1 volt.

001.E.05.c.05 Térmicos

1. Resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Después del quinto ciclo, las placas no deberán presentar ninguna fisura o grieta. Las placas que sean sometidas en estas condiciones al ensaye de tensión, no deberán registrar diferencias mayores a ± 20 por ciento del resultado efectivo alcanzado en la prueba indicada en 001.E.05.c.02(2) de esta cláusula.

2. Prueba de envejecimiento acelerado. Las muestras no deberán presentar ninguna fisura o grieta. Los especímenes que sean sometidos posteriormente al ensaye de tensión no deberán registrar diferencias mayores a ± 20 por ciento del resultado efectivo alcanzado en la prueba indicada en 001.E.05.c.02(2) de esta cláusula.

3. Prueba de autoextinción. La flama deberá apagarse antes de 15 segundos una vez retirada la probeta del mechero Bunsen y la longitud deteriorada será menor de 25 milímetros.

001.E.05.c.06 Dimensiones

Serán las indicadas en los planos de proyecto autorizados por el Representante.

001.E.05.c.07 Tolerancias

Las tolerancias de las placas deberán ser conforme a las indicaciones siguientes:

Largo : ± 5 mm

Ancho : ± 1 mm

Espesor : ± 0.2 mm

001.E.05.c.08 Identificación

Cada placa deberá llevar el nombre del fabricante o su marca de fábrica y un símbolo que precise la categoría del producto utilizado.

001.E.05.c.09 Acabado

Las superficies de las placas aislantes deberán ser limpias, exentas de dobleces, burbujas, grietas y en general de todo defecto perjudicial para su uso; las secciones no deberán presentar ningún principio de hendidura.

001.E.05.c.10 Empaque

Las placas serán empacadas de tal forma que estén protegidas durante el transporte y almacenamiento.

001.E.05.c.11 Recepción

Las placas serán presentadas para su recepción al estado de entrega y serán agrupadas en lotes de 500 piezas o fracción de 500 piezas.

001.E.05.c.12 Muestreo

Las muestras para las pruebas serán recortadas de placas escogidas por el Representante y deberán conservar las marcas impuestas por éste. Será llevado a cabo conforme se señala a continuación y para lotes de 500 placas o fracción:

1. Pruebas mecánicas. Se ensayarán cinco probetas por lote.

2. Pruebas físicas. El ensaye de absorción de agua, se realizará en tres probetas por lote; el de abrasión, en una sola probeta.

3. Pruebas eléctricas. Las mediciones de las resistividades se realizarán en una probeta por lote; la rigidez dieléctrica se efectuará en cinco probetas; para el resto de las pruebas, se efectuarán tres ensayes por lote.

4. Pruebas térmicas. En las pruebas de resistencia a los cambios de temperatura y de envejecimiento acelerado se efectuará un ensaye para cada dos lotes y para verificar la característica autoextinguible del material, se ensayarán cinco probetas por lote.

5. Aspecto exterior. Se revisarán visualmente todas las piezas que sean entregadas por el proveedor.

6. Verificaciones geométricas. El número de piezas revisadas será a juicio del Representante.

001.E.05.c.13 Pruebas

Los gastos ocasionados por la realización de las pruebas, ya sean las de aprobación del material o las de recepción, estarán a cargo del proveedor; dichas pruebas se podrán efectuar en el laboratorio del proveedor y ante la presencia del Representante, o bien, en algún otro laboratorio aprobado por este último.

1. Prueba de abrasión. Una muestra en forma de disco con un diámetro mínimo de 200 mm y 4 mm de espesor será montada sobre un plato que gire a 140 revoluciones/min. Una escobilla de fundición de 1 cm^2 de superficie será aplicada sobre la muestra bajo una carga de 6 kg. La distancia del eje de la escobilla al eje de rotación será de 74 mm, correspondiente a una velocidad lineal de 65 m/min, aproximadamente. Después de 30 horas de rozamiento se apreciará el desgaste de la muestra midiendo la profundidad de la huella dejada por la escobilla.

2. Prueba de resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 220 V. Una probeta de 100 x 100 x 4 mm será expuesta durante tres minutos, a la acción de un arco eléctrico obtenido mediante una fuente de alimentación de corriente continua de 220 V de tensión con una intensidad de 8.5 A. Este arco se producirá entre dos electrodos de carbono distantes 6 mm, inclinados a 60° sobre la vertical y ubicados a 5 mm de la cara superior de la probeta colocada horizontalmente.

3. Prueba de resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 750 V. Una probeta de 300 x 150 x 4 mm será expuesta a la acción de un arco eléctrico obtenido mediante una fuente de alimentación de corriente de 750 V y una intensidad de 1000 A. El arco será establecido entre dos electrodos de carbono colocados según un eje horizontal por medio de un alambre. Estos electrodos distarán entre sí 6 mm. La muestra será colocada verticalmente a 50 mm de los electrodos. La exposición al arco eléctrico será mantenida durante 3 s y seguida por un corte de corriente de 5 s, luego por una nueva energización de 5 s de duración.

4. Transmisión de tensión después del mojado. Se sumergirá una muestra de 100 x 100 x 4 mm extraída de una placa, en un recipiente con agua a 20°C (293 K), aproximadamente. Después de 24 horas, se retirará y secará con papel filtro una de las caras hasta que desaparezca cualquier indicio visible de humedad. La prueba consistirá en medir con un voltímetro de gran impedancia, montado en serie en el circuito, la tensión existente en la cara secada de la muestra para una tensión aplicada en la cara húmeda de 750 V de corriente continua. Los electrodos utilizados serán idénticos a los utilizados para realizar la prueba mencionada en el inciso 2 anterior.

5. Las pruebas de resistencia a los cambios bruscos de temperatura y de envejecimiento acelerado son explicadas en 4.02.01.001.D.01 de estas especificaciones.

6. Prueba de absorción de agua. El procedimiento a seguir para la realización de la prueba se describe en 4.02.01.001.E.01 de estas especificaciones.

7. Prueba de autoextinción. La muestra será expuesta una sola vez a la flama de un mechero Bunsen durante 15 segundos; las condiciones de ejecución de la prueba serán como se indica en 4.02.01.001.D.01 de estas especificaciones.

8. El resto de las pruebas se hará conforme a las referencias de 4.02.01.001.E.05.

001.E.05.c.14 Garantía

1. Las placas serán garantizadas por el proveedor durante un periodo de dos años, contados a partir de su puesta en servicio en la vía, no pudiendo ejercerse ningún recurso después de más de cuatro años, contados a partir de la fecha de su entrega. Toda pieza que durante este periodo llegara a deteriorarse por desgaste anormal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago, por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza retirada del servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.E.05.c.15 Derechos de patente

Los derechos de patente que puedan presentarse estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.E.06 BLOQUE AISLANTE PARA BARRA GUIA Y TOMA DE CORRIENTE

001.E.06.a DESCRIPCION

El bloque aislante es un elemento construido de material aislante estratificado a base de fibra de vidrio y resina epóxica, cuya finalidad es el aislamiento eléctrico entre sí de las distintas secciones de alimentación de la barra guía y toma de corriente.

001.E.06.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Calzas aislantes para rieles, pistas y aparatos de vía	4.02.01.001.D.02
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Pruebas para materiales de placas y planchas rígidas usadas para aislamiento eléctrico	ASTM D-229
Pruebas para la resistencia al impacto de plásticos y materiales dieléctricos	ASTM D-256
Pruebas para la resistencia o conductancia CD de materiales aislantes	ASTM D-257
Prueba para las propiedades de flexión de plásticos reforzados y no reforzados y de materiales dieléctricos	ASTM D-790
Método de prueba para la determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes eléctricos	NOM J-120
Aislante estratificado a base de vidrio y resina epóxica, en hojas o planchas	AFNOR NF C-26-151

001.E.06.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.E.06.c.01 Material

1. El material a emplearse es un aislante estratificado a base de compacto de vidrio y de resina epóxica. Sin embargo, el proveedor podrá proponer para su aprobación un material de diferente composición; sólo podrá ser aceptado si cumple con todas las condiciones impuestas en esta Especificación.

2. Ante del pedido, el proveedor deberá suministrar unas muestras para proceder a la ejecución de todas las pruebas para autorizar al proveedor para que empiece la fabricación en serie si cumple el material. Esto no compromete al Representante para la recepción de las piezas definitivas que podrán ser aceptadas o rechazadas si no cumplen con las condiciones exigidas en la presente especificación.

3. Supervisión. El Representante tendrá libre acceso a la fábrica del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido; podrán proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias. Todas las pruebas se llevarán a cabo en los laboratorios del proveedor y a su cargo.

001.E.06.c.02 Dimensiones y tolerancias

La forma y dimensiones de los bloques deberán cumplir con los planos de proyecto.

Salvo indicaciones contrarias en el proyecto, el bloque aislante deberá cumplir con las siguientes tolerancias:

— Longitud: ± 2 mm

— Altura: ± 1 mm

— Espesor: ± 1 mm

— Escuadrado de los extremos: ± 1 mm

— Diámetro de los barrenos para pernos: ± 0.5 mm

— Los bloques aislantes deben poder adaptarse en un gálibo compuesto por una placa de lámina sobre la cual se fijarán ocho pernos cuyos centros se colocarán a distancias rigurosamente iguales indicadas en el proyecto. Los pernos tendrán un diámetro inferior a 1 mm respecto al de los barrenos.

001.E.06.c.03 Muestreo

1. Los bloques aislantes serán presentados para su recepción en estado de entrega por lotes de 250 piezas como máximo. Las probetas necesarias para las pruebas son recortadas de un bloque aislante tomado al azar por el Representante; sin embargo, cualquier fracción de lote puede dar lugar a una serie completa de pruebas a juicio del Representante. Naturaleza y proporción de las pruebas físicas, mecánicas, eléctricas, térmicas y resultados que deben obtenerse, se presentan en la tabla 001-21.

2. Cualquier característica no conforme con la tabla 001-21 puede dar lugar al rechazo del lote presentado. No obstante, el proveedor podrá solicitar al Representante una prueba adicional para cualquier resultado no conforme que no se aleje demasiado a las condiciones impuestas.

Tabla 001-21. Pruebas físicas, mecánicas y eléctricas

Pruebas	Muestreo (Núm. de pruebas por lote)	Métodos de prueba	Requisito (resultados a obtener)
1. Examen visual y verificaciones geométricas:			
a) Aspecto exterior	Sobre todas las piezas		
b) Verificaciones geométricas	Según 4.02.01.001.G.05		
2. Pruebas mecánicas:			
a) Prueba de flexión (esfuerzo a la ruptura)	En 5 probetas	ASTM D-790	$\geq$ 35 daN/mm^2 (3568 kg/cm^2)
b) Prueba de tensión (esfuerzo a la ruptura)	En 5 probetas	ASTM D-229	$\geq$ 25 daN/mm^2 (2548 kg/cm^2)
c) Prueba de resistencia al choque mecánico	En 5 probetas	ASTM D-256	$\geq$ 8 J/cm^2
d) Prueba de absorción de agua (en una probeta reglamentaria de 80 mm de espesor)	En 3 probetas	4.02.01.001.D.02	$\leq$ 200 mg
e) Prueba de abrasión	1		e $\leq$ 0.1 mm
3. Pruebas eléctricas:			
a) Medición de la resistividad transversal en ambiente normal	1	ASTM D-257	10^{13} ohms.cm^2/cm
b) Medición de la resistividad después del mojado	1	ASTM D-257	10^{13}ohms.cm^2/cm
c) Medición de la rigidez dieléctrica transversal	En 5 probetas	NOM J-120	10 kV/mm
d) Prueba de resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de: — 220 volts	3		(D $\leq$ 40 mm) (e $\leq$ 2 mm)

950 volts	3		No debe producirse ningún regreso de arco y debe autoextinguirse
4. Pruebas térmicas:			
a) Verificación de la resistencia a las variaciones bruscas de temperatura	1 de cada 500 piezas		Diferencia respecto al resultado obtenido en 2.b) $\leq \pm$ 20%
b) Prueba de envejecimiento acelerado	1 de cada 500 piezas		Diferencia respecto al resultado obtenido en 2.b) $\leq \pm$ 20%
c) Prueba de autoextinción	En 5 probetas	NF-C-26-151 (Anexo No. 12)	T $\leq$ 15 segundos y longitud deteriorada $\leq$ 25 mm

001.E.06.c.04 Identificación

Los bloques aislantes deberán llevar las siguientes marcas:

— La marca del proveedor.

— El mes y las últimas dos cifras del año de fabricación.

— Un símbolo que precise la categoría del producto empleado.

001.E.06.c.05 Aspecto

1. Las superficies del bloque aislante deberán ser limpias, exentas de dobleces, burbujas, grietas y en general de cualquier defecto perjudicial para su uso; las secciones no deberán presentar ningún indicio de hendidura. Además, no deberán presentar ningún alabeo perjudicial para su uso. Se examinarán todos los bloques.

2. Los bloques aislantes que presentan los defectos definidos anteriormente serán rechazados, sin que esto origine el rechazo total del lote. Sin embargo, el Representante pronunciará el rechazo total si, a su juicio, el porcentaje de los rechazos parciales es demasiado grande.

001.E.06.c.06 Pruebas

1. Prueba de flexión. Se hará como lo indica la norma ASTM D-790.

2. Prueba de tensión. Se hará como lo indica la norma ASTM D-229.

3. Prueba de resistencia al choque mecánico. Se hará como lo indica la norma ASTM D-256.

4. Prueba de absorción de agua. Se hará como lo indica la especificación 4.02.01.001.D.02.

5. Prueba de abrasión. Una muestra que forme cuando menos un disco de 120 mm de diámetro y 4 mm de espesor mínimo, será sujetada sobre el plato de un abrasímetro que gire a 210 revoluciones/minuto. Una escobilla de fundición de 1 cm^2 de superficie será aplicada sobre la muestra bajo una carga de 6 daN/mm^2 (6 kg). La distancia del eje de la escobilla al eje de rotación es de 50 mm correspondiente a una velocidad lineal de 65 m/min aproximadamente. Al cabo de 30 horas de rozamiento se apreciará el desgaste de la muestra midiendo la profundidad de la huella cavada por la escobilla. El valor máximo de esta profundidad no deberá ser superior a 0.1 milímetros.

6. Medición de la resistividad transversal en ambiente normal. Esta prueba se efectuará como lo indica la norma ASTM D-257.

7. Medición de la resistividad después del mojado. Esta prueba se efectuará como lo indica la norma ASTM D-257.

8. Medición de la rigidez dieléctrica transversal. Esta prueba se hará como lo indica la norma NOM J-120.

9. Prueba de resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 220 V. Una probeta de 100 x 100 x 4 mm será expuesta durante tres minutos a la acción de un arco eléctrico obtenido mediante una fuente de alimentación de corriente continua de 220 V de tensión, con una intensidad de 8.5 A. Este arco se produce entre dos electrodos de carbono que están a una distancia de 6 mm entre sí, inclinados 60° sobre la vertical y ubicados a 5 mm de la cara superior de la probeta colocada en sentido horizontal. Las dimensiones de la zona destruida no deberán rebasar 40 mm de diámetro y 2 mm de profundidad.

10. Prueba de resistencia al arco eléctrico bajo tensión continua de 750 V. Una muestra de 120 x 150 x 4 mm del material será expuesta a la acción de un arco eléctrico obtenido mediante una fuente de alimentación de corriente continua de 750 V y con una intensidad de 1000 A. El arco será establecido entre 2 electrodos de carbono colocados según un eje horizontal por medio de un hilo metálico. Estos electrodos estarán ubicados a una distancia de 60 mm. La muestra se colocará verticalmente a 50 mm de los electrodos.

La exposición al arco eléctrico mantenido durante tres segundos será seguida por un corte de corriente de cinco segundos y luego por una nueva energización de cinco segundos.

El arco eléctrico no deberá volverse a establecer y el material deberá autoextinguirse.

11. Prueba de transmisión de tensión después del mojado. Se sumerge una muestra (100 x 100 x 4 mm) tomada de una placa, en un recipiente con agua a 293 K (20°C), aproximadamente; se extrae y con papel filtro se seca una de las caras hasta que desaparezca cualquier indicio visible de humedad.

    La prueba consiste en medir, con un voltímetro de gran impedancia montado en serie en el circuito, la tensión existente en la cara secada de la muestra para una tensión aplicada en la cara húmeda de 750 V de corriente continua.

    Los electrodos utilizados son idénticos a los usados para realizar las pruebas indicadas en la tabla 001-21.

    La tensión medida deberá ser nula (inferior a 1 V).

12. Prueba de transmisión de tensión después del mojado

    Los bloques aislantes serán sometidos a una alternación de caliente y frío por inmersiones sucesivas y bruscas en un baño de agua a una temperatura de 328 K (55°C) y en un baño frío a una temperatura de 255 K (— 18°C). La duración de cada baño será de 25 minutos y el tiempo de paso de un baño a otro será el más corto posible (inferior a 20 segundos).

    Después del quinto ciclo los bloques aislantes no deberán presentar ninguna fisura o ruptura.

    Algunos de estos bloques (cuyo número se dejará a juicio del Representante), serán sometidos posteriormente a la prueba de tensión. El resultado deberá ser conforme a lo indicado en la tabla 001-21.

13. Prueba de envejecimiento acelerado

    Los bloques aislantes a ensayar se dejarán durante cuatro días en un ambiente refrigerado (medio ambiente) a una temperatura de 255 K (— 18°C). Luego sin transición, los bloques eclisas aislantes se dejarán durante siete días en una estufa cuya atmósfera renovada se mantendrá a una temperatura de 343 K (70°C). Las piezas no deberán presentar ninguna ruptura o fisura.

    Algunos de estos bloques (cuya cantidad se dejará a juicio del Representante) serán sometidos posteriormente a la prueba de tensión. El resultado obtenido no deberá diferir en ± 20 por ciento del resultado efectivamente alcanzado en la prueba de tensión según la tabla 001-21.

14. Prueba de autoextinción. Esta prueba se hará como lo indica la norma AFNOR C-26-151.

001.E.06.c.07 Criterio de aceptación

1. Cualquier característica no conforme a las condiciones requeridas puede dar lugar al rechazo del lote correspondiente.

2. No obstante, el proveedor podrá solicitar al Representante una prueba adicional para cualquier resultado no conforme, que no se aleje demasiado de las condiciones impuestas.

3. En este caso, el resultado dado por esta prueba adicional será determinante para la aceptación del lote completo.

001.E.06.c.08 Embalaje

1. Después de su recepción, las piezas serán empacadas convenientemente para protegerlas contra la intemperie y los choques que pudieran ocurrir durante su transporte.

2. Cada embalaje deberá llevar una etiqueta firmemente adherida con las indicaciones siguientes:

    — El nombre del cliente.

    — La marca del proveedor o fabricante.

    — El número del pedido.

    — El contenido del embalaje.

001.E.06.c.09 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo de dos años contados a partir de su fecha de fabricación; sin embargo, ningún recurso podrá presentarse después de cuatro años, a partir de la fecha de entrega.

2. Cualquier pieza que durante este periodo se deteriore por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

3. A petición del proveedor, la pieza defectuosa le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.E.06.c.10 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente están a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. F

APARATOS DE VIA

001.F.01 PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO NO ALEADO

001.F.01.a DESCRIPCION

Se describen las piezas moldeadas en bruto o maquinadas de acero no aleado, obtenido mediante horno eléctrico, horno Martin o cualquier otro procedimiento reconocido como equivalente, destinadas a la construcción de los aparatos de vía que equipan el Metro de la Ciudad de México.

Las piezas moldeadas de acero no aleado reciben la siguiente nomenclatura: separadores-planchuelas, separadores de junta y separadores para carriles de diferentes aberturas y eventualmente otras piezas de poco volumen cuya nomenclatura se precisará en otros documentos.

001.F.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba para la determinación de dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Método de prueba para impacto sobre probeta simplemente apoyada con entalle en "V" para acero	NOM B-121
Productos de fundición-Tipos de acero moldeado de uso general	AFNOR NF A-32-051

001.F.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.F.01.c.01 Fabricación

1. Elaboración del acero. El acero usado para la fabricación de las piezas se obtiene a elección del proveedor, con horno eléctrico, con horno Martin, mediante un procedimiento con oxígeno puro soplado por arriba o mediante cualquier otro procedimiento reconocido como equivalente. Sin embargo, el proveedor deberá precisar previamente con el Representante el procedimiento de fabricación escogido.

2. La elección de los métodos de moldeado, de colada, de tratamiento térmico, de enfriamiento, etc., también se deja a juicio del fundidor quien sin embargo deberá hacer del conocimiento del Representante los procedimientos utilizados. El fundidor toma bajo su responsabilidad todas las disposiciones necesarias para obtener piezas perfectamente sanas.

3. Tratamiento térmico. Cada pieza es sometida a un tratamiento de normalización. El tratamiento de normalización de un acero no aleado es similar a un recocido de regeneración. Consiste en un calentamiento a una temperatura ligeramente arriba del límite superior de transformación y sin permanencia prolongada de tiempo, seguido por un enfriamiento a velocidad conveniente para afinar o regularizar el grano del acero. El tratamiento se lleva a cabo en hornos provistos de pirómetros registradores graduados, cuyo registro se pone a disposición del Representante. Los resultados del tratamiento no deberán en ningún caso modificarse por medio de operaciones posteriores como por ejemplo maquinado, enderezado o calibrado.

001.F.01.c.02 Material

Las piezas moldeadas serán fabricadas de acero tipo E-23-45-M según la norma francesa NF-A-32-051 y deberán cumplir con los requisitos que a continuación se indican:

1. Químicos:

   — Carbono: $\leq$ 0.25 %

   — Azufre: $\leq$ 0.04 %

   — Fósforo: $\leq$ 0.04 %

   — Silicio: $\leq$ 0.50 %

2. Mecánicos:

   — Límite convencional de elasticidad (E) a 0.2 %: $E \geq 23.0$ daN/mm² (2345 kg/cm²).

   — Esfuerzo de ruptura: 45.0 daN/mm² (4588 kg/cm²) $\leq R \leq$ 60.0 daN/mm² (6117 kg/cm²).

   — Alargamiento (A) después de la ruptura: $A \geq 22\%$.

   — Resiliencia KV (con entalladura en V) a 293.1 K (20°C): KV $\geq$ 25 joules.

   Dureza Brinell. La dureza medida sobre las piezas de un mismo lote no debe presentar diferencias superiores a 30 unidades Brinell.

Textura. Los apéndices o las piezas para prueba de textura se rompen con el martillo; el examen de cada rotura debe dejar ver una textura fina, homogénea, sin cristales brillantes, que revelen un metal exento de segregaciones y debidamente normalizado.

3. Dimensiones y tolerancias. Las dimensiones particulares serán las indicadas en los planos del proyecto autorizado. Si no se indica lo contrario se admitirán las tolerancias siguientes:

— En la distancia entre dos superficies en bruto o de las que sólo una de ellas se encuentra en este estado, serán las indicadas en la tabla 001-22.

— En la distancia entre dos superficies maquinadas:

En las dimensiones lineales lo que se indica en la tabla 001-23.

En las dimensiones angulares lo que se indica en la tabla 001-24.

Tabla 001-22. Tolerancias en las dimensiones

Dimensiones, en mm / Dimensión mayor de las piezas	Hasta 250 mm	Entre 250 y 1000 mm	Mayor de 1000 mm
Hasta 40	± 1	± 1.5	± 2
Entre 40 y 100	± 2	± 2	± 2.5
Entre 100 y 250	± 2	± 3	± 3
Entre 250 y 400		± 3	± 4
Entre 400 y 630		± 4	± 5
Entre 630 y 1000		± 6	± 6
Entre 1000 y 1800			± 8
Entre 1800 y 2500			± 11

Tabla 001-23. Tolerancias en las dimensiones lineales

Dimensiones nominales, en mm	Entre 0.5 y 6	Entre 6 y 30	Entre 30 y 120	Entre 120 y 315	Entre 315 y 1000	Entre 1000 y 2000
Variaciones en milímetros	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2

Tabla 001-24. Tolerancias en las dimensiones angulares

Tolerancia	Longitud del lado más corto del ángulo, en mm			
	Menor de 10	Entre 10 y 50	Entre 50 y 150	Entre 150 y 400
En porcentaje	± 1.8	± 0.9	± 0.6	± 0.3
En grados y minutos	± 1°	± 30	± 20'	± 10

— En la distancia entre los ejes de dos orificios de fijación:

Maquinados: remitirse a la tabla 001-23.

Brutos: remitirse a la tabla 001-24.

— En el diámetro de los orificios de fijación:

Obtenidos mediante perforación: las tolerancias serán las indicadas en la tabla 001-23, con la salvedad de que no se aceptarán dimensiones menores a las nominales.

Obtenidos de la fundición sin maquinar: ± 1.6%.

4. Acabado. Todas las piezas deberán desarenarse cuidadosamente, rebabearse y liberarse de todo el óxido que pueda desprenderse, de los sobrantes de colado, de las respiraderas de fundición y de las mazarotas.

   Todas las piezas deben ser sanas en todas sus partes y no deben presentar ningún defecto perjudicial para su uso. Las superficies en bruto de las piezas no deben presentar rugosidades importantes. Las partes que deben maquinarse se mencionan en los planos de proyecto (en particular las superficies de embridado). Los barrenos de emplanchuelado serán taladrados con broca y achaflanados en 1.0 mm en sus extremidades; las otras perforaciones podrán llegar de la fundición.

5. Recepción. Todas las piezas se presentarán agrupadas por lotes provenientes de una misma colada y que hayan sido sometidas al mismo tratamiento térmico. Cualquiera que sea su número, las piezas que son objeto de una misma presentación en recepción constituyen un lote.

   Todas las piezas deben llevar, en caracteres de 12 mm de altura como mínimo y en los puntos que indican los planos, las marcas siguientes:

   — La marca del proveedor (en abreviatura).

   — La indicación del mes y las últimas dos cifras del año de fabricación.

   — Un símbolo que caracterice la pieza (indicado en los planos).

   — Categoría del acero.

6. Protección. Después de la recepción y antes del empaque, las piezas recibirán los tratamientos siguientes de protección contra la oxidación:

   — Superficies maquinadas: aplicación de aceite mineral o grasa consistente.

   — Barrenos lisos y fileteados para el paso de elementos de fijación y de articulación: aplicación de una grasa especial cuya composición será la siguiente:

— Aceite de colza (vegetal):	35%
— Oxido de zinc:	45%
— Sebo:	20%

7. Muestras para pruebas de lingotes y apéndices. Cada colada se caracteriza por tener tres lingotes muestras como mínimo que tienen una sección cuadrada de 28 mm de lado y una longitud suficiente para que se puedan extraer las probetas de tracción y de resiliencia, así como la muestra para el análisis químico. Cuando la forma o la masa de las piezas lo permitan, cada lingote es contiguo a una pieza y deberá quedar pegado a éste hasta el término del ciclo térmico completo; sin embargo, si la forma o la masa de las piezas no permiten asegurar una buena alimentación de los lingotes muestras, éstos podrán ser colocados sin que sean contiguos a las piezas; en este caso, deberán ser marcados y colados al mismo tiempo que las piezas, con el metal procedente de la misma colada y en un molde constituido de la misma manera que el de la pieza. Son sometidos al mismo ciclo térmico que las piezas y son colocados en el horno cerca de éstos.

   Si la prueba de textura se efectúa sobre apéndice, cada pieza deberá llevar, procedente de la fundición y contiguo a la pieza, al menos una coleta de 10 a 15 mm de espesor y de 15 a 20 mm de ancho para la prueba de textura. Los apéndices deberán quedar pegados a la pieza hasta el término del ciclo térmico completo.

8. Muestreo. El Representante tomará al azar, de cada lote presentado los lingotes muestras y las piezas que él destinará a las pruebas y las marcará de una manera indeleble. El recorte de las muestras y el maquinado de las probetas deberán ser ejecutados en frío con precauciones tales que no se produzca un calentamiento sensible del material.

   — Análisis químico. La muestra para el análisis será constituida por una sección del lingote muestra de 10 mm de espesor aproximadamente. Se realizará una prueba por lote de acuerdo con la norma NOM B-1 de estas Referencias.

   — Tracción y resiliencia. Las probetas para pruebas serán extraídas del eje del lingote muestra. Se realizará una prueba de tracción y tres de resiliencia por lote, de acuerdo a lo indicado en la norma NOM B-117 y B-121.

   — Dureza Brinell. Las pruebas de dureza se efectuarán sobre el 5 por ciento de las piezas que conforman un lote, con un mínimo de tres piezas. La zona de prueba será indicada por el Representante y se efectuará de acuerdo con la norma NOM B-116.

   — Textura. La prueba de textura se lleva a cabo sobre el apéndice. Sin embargo, para las piezas de pequeñas dimensiones y previo acuerdo del proveedor la prueba podrá efectuarse sobre las piezas mismas. Esta prueba se realizará en el 5 por ciento de las piezas que conforman un lote, con un mínimo de tres piezas.

   — Verificación geométrica. La verificación geométrica de las dimensiones se hace sobre las piezas en estado de entrega. La temperatura de referencia es de 20°C ± 5. Las dimensiones de las partes en bruto y las tolerancias que deberán admitirse se medirán con aparatos que dan la precisión indispensable. Las di-

mensiones de las partes maquinadas se miden con un gálibo, calibradores o aparatos aprobados por el Representante y que permiten obtener la precisión exigida por las tolerancias impuestas. Todos los aparatos de medición, incluso los calibradores estarán a cargo del proveedor. Los resultados deben ser conforme a las prescripciones de esta Especificación.

001.F.01.c.03 Criterio de aceptación

Toda característica no conforme a las condiciones exigidas dará lugar al rechazo del lote correspondiente.

001.F.01.c.04 Garantía

1. El proveedor garantiza las piezas de acero moldeado no aleado durante un periodo de dos años contados a partir de su puesta en servicio en la vía, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso durante más de cuatro años contados a partir de la fecha de entrega. La fecha de entrega que debe considerarse es la del último día del mes indicado en relieve sobre las piezas.

2. Toda pieza que durante este periodo se deteriore por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

3. A petición del proveedor, la pieza defectuosa le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.F.01.c.05 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.F.02 PIEZAS DE ACERO FORJADO

001.F.02.a DESCRIPCION

Se describen las piezas destinadas a la construcción de aparatos de vía, de maniobra y de seguridad (tirantes, dispositivos de unión y de transmisión, soportes de transmisión, cerrojos, palancas de maniobras, etc.) que se utilizan para equipar las vías del Metro de la Ciudad de México.

Los aceros definidos por la norma francesa NF-A-33-101, empleados para la fabricación de estas piezas se clasifican en cuatro tipos dependiendo de las características y las diferentes piezas a fabricar. Los planos de proyecto autorizados por el Representante indican el tipo de acero a emplear para la pieza considerada. La enumeración de piezas y de los aceros a utilizar dada a continuación, no es limitativa.

1. Acero tipo AF-37-2 o AF-42-2. Se utilizará para fabricar los tirantes, plantillas de articulación, bridas, cerrojos a escuadra, balancines, palancas acodadas, soporte de fijador de cerrojo y de conmutador, armazón del cerrojo, pestillo, cuñas varias de regulación, bisagras y arandelas planas.

2. Acero tipo AF-50-2A. Se utilizará para fabricar pernos y placas.

3. Acero tipo AF-60-2. Se utilizará para fabricar ejes, pasadores, chavetas y clavijas.

001.F.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Roscas métricas ISO - Selección de dimensiones para tornillos y tuercas de 1 a 39 mm de diámetro	NOM H-50
Ensaye de tracción en aceros	AFNOR NF-A-03-151
Ensaye de resiliencia Charpy en acero	AFNOR NF-A-03-156
Semiproductos y barras para forja en aceros no aleados de uso general	AFNOR NF-A-33-101

001.F.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.F.02.c.01 Características

Dependiendo del tipo de acero, las características sobre productos después del tratamiento de normalización serán las siguientes:

1. Acero tipo AF-37-2.

   Características mecánicas:

   — Resistencia a la ruptura por tracción:

   $36.0\ daN/mm^2\ (3671\ kg/cm^2) \leq R \leq 44.0\ daN/mm^2\ (4487\ kg/cm^2)$.

   — Alargamiento: $A \geq 30\,\%$.

   — Resiliencia (probeta con muesca en "U"): $KCU \geq 100\ J/cm^2$.

   Composición química:

   — Carbono: $C \leq 0.17\,\%$

   — Fósforo: $P \leq 0.045\,\%$

   — Azufre: $S \leq 0.045\,\%$

2. Acero tipo AF-42-2:

   Características mecánicas:

   — Resistencia a la ruptura por tracción:

   $41.0\ daN/mm^2\ (4189\ kg/cm^2) \leq R \leq 49.0\ daN/mm^2\ (4996\ kg/cm^2)$.

   — Alargamiento: $A \geq 26\,\%$.

— Resiliencia (probeta con muesca en "U"):

KCU $\geq$ 70 J/cm^2.

Composición química:

— Carbono: C $\leq$ 0.23 %

— Fósforo: P $\leq$ 0.045 %

— Azufre: S $\leq$ 0.045 %

3. Acero tipo AF-50-2A:

Características mecánicas:

— Resistencia a la ruptura por tracción:

49.0 daN/mm^2 (4996 kg/cm^2) $\leq$ R $\leq$ 59.0 daN/mm^2 (6016 kg/cm^2).

— Alargamiento: A $\geq$ 23 %.

— Resiliencia (probeta con muesca en"U"):

KCU $\geq$ 50 J/cm^2.

Composición química:

— Carbono: C $\leq$ 0.39 %

— Fósforo: P $\leq$ 0.045 %

— Azufre: S $\leq$ 0.045 %

4. Acero tipo AF-60-2:

Características mecánicas:

— Resistencia a la ruptura por tracción:

59.0 daN/mm^2 (6016 kg/cm^2) $\leq$ R $\leq$ 71.0 daN/mm^2 (7240 kg/cm^2).

— Alargamiento: A $\geq$ 19 %.

— Resiliencia (probeta con muesca en "U"): KCU $\geq$ 40 J/cm^2.

Composición química:

— Carbono: C $\leq$ 0.50 %

— Azufre: S $\leq$ 0.045 %

— Fósforo: P $\leq$ 0.045 %

001.F.02.c.02 Fabricación

Antes de empezar la fabricación, el proveedor someterá a la aprobación del Representante dos series de escantillones de mínimo y máximo, machos y hembras conforme a las dimensiones y tolerancias de las piezas.

Si son reconocidos exactos, estos escantillones serán estampados y una serie será devuelta al proveedor, quien la usará para los controles necesarios para la fabricación. La segunda serie se quedará para uso del Representante. Sólo los escantillones marcados serán válidos para las verificaciones. La fabricación de los escantillones estará a cargo del proveedor. Todos los aceros utilizados para la fabricación de las piezas, deberán proceder de coladas lentas elaboradas en horno eléctrico, en horno Martín, mediante un procedimiento con oxígeno puro soplado por arriba o con cualquier otro procedimiento reconocido como equivalente por el proveedor.

Las piezas se forjarán en la masa por estirado, recalcado si es necesario, estampado o troquelado del metal.

Los defectos superficiales que puedan observarse en las piezas desbastadas deberán eliminarse.

Salvo indicaciones contrarias anotadas en los planos de ejecución, la fabricación en caliente deberá llevarse de manera que el exceso de espesor que deba eliminarse por maquinado de la pieza en bruto no rebase de 10 mm en ningún punto.

El recorte y el barrenado deberán efectuarse con herramienta en frío. Sin embargo, el recorte con soplete será admitido si posteriormente se elimina un exceso de espesor de 2 mm como mínimo por maquinado en frío.

Si la fabricación necesita que se haga una ranura en caliente, ésta deberá estar limitada por dos orificios perforados, para que en la pieza no se produzca ninguna huella de desgarramiento o de extensión de la ranura.

1. Soldadura. Las piezas de forja en principio se fabricarán sin soldadura. Las soldaduras sólo podrán efectuarse para las piezas representadas ensambladas por soldadura en los planos correspondientes y únicamente en las partes en donde se indican las soldaduras; sólo las piezas de acero tipo AF-37-2 y AF-42-2 podrán estar constituidas con elementos ensamblados por soldadura. Las piezas realizadas con otro tipo de acero y cuyos planos correspondientes los representen constituidos por elementos ensamblados por soldadura, serán objeto de un acuerdo entre el Representante y el proveedor acerca de los procedimientos de soldadura y de los controles.

   El proveedor deberá, en todo caso, seguir todas las reglas vigentes para realizar un buen ensamblado continuo que tenga las características mecánicas del acero de base de los elementos por trabajar. Particularmente, los bordes a soldar deberán prepararse cuidadosamente según el método de soldadura adoptado; deberán estar limpios, exentos de óxido, de grasa o aceite, de residuos de quemaduras y de cualquier material extraño. La penetración deberá ser siempre completa. Los electrodos se meterán en una estufa a 573 K (300°C) durante una hora, antes de usarlos. Las soldaduras sobre tirantes serán obligatoriamente soldaduras eléctricas por forja. Entonces convendrá efectuar, después de la soldadura, al menos un recocido en el sitio de la misma.

2. Tratamiento de normalización. Para las piezas que deban someterse a un tratamiento térmico particular, las indicaciones necesarias estarán anotadas en los planos correspondientes. Sin embargo, todas las piezas serán sometidas, después del forjado, haya o no tratamiento térmico posterior, a un tratamiento de normalización.

Este tratamiento consiste, después de haber dejado que las piezas se enfríen hasta la temperatura ambiente, en elevar uniformemente su temperatura hasta una temperatura superior a la de la zona de transformación, mantener esta temperatura durante un periodo lo suficientemente largo para que el núcleo de las piezas alcance la temperatura prevista, para luego enfriar las piezas, ya sea en aire calmado y protegidas contra la humedad o en una caja cerrada o en un horno. Las temperaturas de normalización en función de los tipos de acero son las siguientes:

— Acero tipo AF-37-2:
1173 – 1198 K (900 – 925°C).

— Acero tipo AF-42-2:
1148 – 1173 K (875 – 900°C).

— Acero tipo AF-50-2A:
1128 – 1153 K (855 – 880°C).

— Acero tipo AF-62-2:
1113 – 1148 K (840 – 875°C).

Las operaciones deberán ejecutarse de manera que se asegure la homogeneidad del tratamiento en las piezas, para evitar deformaciones que se necesiten corregir por medio de enderezados perjudiciales para la calidad.

001.F.02.c.03 Marcas

Las piezas llevarán de una manera indeleble, en un hueco o en relieve y en el sitio indicado en los planos, las marcas siguientes:

— Marca del proveedor (abreviada).

— Indicación del mes y de las últimas dos cifras del año de fabricación.

— La indicación del tipo del acero acompañado de la letra N o T, según que la pieza haya sido sometida a un tratamiento de normalización (N) o a un tratamiento de temple seguido o no de revenido (T).

— Eventualmente, un símbolo que caracteriza la pieza, según las indicaciones de los planos.

001.F.02.c.04 Acabado, calidad de las soldaduras y recuperación

1. Las piezas forjadas deberán ser realizadas con esmero; las superficies deben ser uniformes, sanas y no deberán presentar ningún defecto como: ranuras, hendiduras, falta de material, dobleces, fisuras, quemaduras, burbujas, oquedades, segregaciones muy marcadas, o cualquier defecto que pueda ser perjudicial para su uso.

2. Las piezas en bruto deberán ser perfectamente rebabeadas, presentar superficies lisas y serán cuidadosamente desoxidadas.

3. Para las piezas forjadas, cuyo ensamblado por soldadura está admitido, no se aceptarán los defectos siguientes: fisuras, encaladuras, canaletas y falta de penetración y aspecto hueco del cordón de soldadura.

4. Las superficies maquinadas no deberán presentar estrías de herramientas que puedan ser perjudiciales para su uso.

5. Ningún retoque o reparación podrá hacerse sin la aprobación previa del Representante.

6. En particular, toda soldadura no prevista en el plano, toda huella de soplete, de calentamiento, de principio de arco, toda añadidura de metal (por metalización, por depósitos electrolíticos o químicos, etc.), así como todo retoque que tenga por objeto ocultar un defecto, está rigurosamente prohibida y ocasionará el rechazo de todo el suministro. Sin embargo, el Representante podrá autorizar la reparación de pequeños defectos superficiales que él juzgue sin importancia para el buen uso de las piezas.

001.F.02.c.05 Dimensiones y tolerancias

Las piezas deberán tener sus dimensiones y forma conforme a los planos de proyecto autorizados.

1. Perforaciones. Los diámetros de los orificios serán realizados con las tolerancias siguientes:

   En el diámetro de los orificios para el paso de los pernos de fijación:

   — Orificios con diámetro $\leq$ 32 mm: $\pm$ 0.5 mm.

   — Orificios con diámetro $>$ 32 mm: $\pm$ 1 mm.

   En el diámetro de los orificios para el paso de los tirafondos: + 0.75 mm, – 0.25 mm.

   Las tolerancias de las distancias entre ejes de orificios, en las distancias entre ejes de orificios respecto a las caras maquinadas o a los ejes de las piezas serán de $\pm$ 0.5 mm. Las tolerancias relativas a las distancias entre orificios no podrán acumularse. Deberán respetarse rigurosamente entre dos orificios cualquiera sean éstos consecutivos o no.

2. Fileteados

   Los fileteados son del tipo ISO definidos por la norma NOM H-50. Los fileteados del material de vía, en principio de paso grueso se indican con el símbolo M, seguido por el diámetro de la rosca, sin indicaciones de pasos; a menos que los planos indiquen lo contrario deberán tener el paso indicado en la tabla 001-25.

Tabla 001-25. Paso para fileteados del material de vía

Diámetro nominal, en mm	Paso, en mm
10	1.5
12	1.75
14	2
16	2
18	2.5
20	2.5

Diámetro nominal, en mm	Paso, en mm
22	2.5
24	3
27	3
30	3.5
33	3.5

Los fileteados de los tornillos y tuercas serán realizados conforme a las características indicadas en los planos.

La verificación de los fileteados se hará con calibradores llamados "pasa" o "no pasa" (anillos para los fileteados exteriores y machos para los fileteados interiores). Los fileteados cuya longitud sea igual o superior a 100 mm, se verificarán con un calibrador cuya parte roscada tenga una longitud mínima de 80 milímetros.

3. Ejes y barrenados. Para los ensamblados giratorios y deslizantes en los diámetros más utilizados de 24 a 30 mm, las tolerancias son:

— En el eje: + 0.065 mm
— 0.149 mm

— En el barrenado: + 0.084 mm
— 0

4. Otras partes ajustadas. Las dimensiones de las otras partes ajustadas implicarán las tolerancias particulares indicadas en los planos. A falta de estas indicaciones, se exigirán las tolerancias de la tabla 001-26.

Tabla 001-26. Tolerancias en dimensiones de otras partes ajustadas

Dimensiones	Tolerancias, en mm	
	En las cotas medidas exteriormente	En las cotas medidas interiormente
Hasta 10 mm	0, — 0.10	0, + 0.10
De 10 mm a 25 mm	0, — 0.15	0, + 0.15
De 25 mm a 75 mm	0, — 0.20	0, + 0.20
De 75 mm a 180 mm	0, — 0.25	0, + 0.25
De 180 mm a 250 mm	0, — 0.30	0, + 0.30
Arriba de 250 mm	0, — 0.50	0, + 0.50

001.F.02.c.06 Condiciones de recepción

Las piezas deberán sujetarse a las siguientes condiciones para su recepción:

1. Supervisión. Los Representantes tendrán libre acceso a cualquier hora durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido, a las partes de la fábrica en donde se fabrican las piezas; podrán proceder ahí a todas las verificaciones que juzguen necesarias para cerciorarse que las condiciones de fabricación sean exactamente cumplidas.

2. Naturaleza y proporción de las pruebas:

— Pruebas sobre material.

— Pruebas de doblado de las soldaduras de tirante.

— Control del aspecto y de las dimensiones.

a) Prueba sobre material. Para cerciorarse que los productos terminados o barras utilizadas corresponden exactamente a los tipos de acero exigidos, las pruebas sobre material deberán hacerse antes de la fabricación de las piezas, sobre el acero que se va a utilizar. Estas pruebas se efectuarán, en principio, en los laboratorios del proveedor.

Los productos o barras de una misma colada, por grupo de 5000 kg, constituyen un lote de material.

Se deberán realizar las verificaciones siguientes por lote de material:

— 1 prueba de tracción.

— 1 prueba de resiliencia.

— 1 examen de certificado de composición química, elaborado y proporcionado por el fabricante del acero, donde se mencionen los contenidos de carbono, fósforo y azufre en el producto. El Representante podrá proceder a un análisis químico adicional para la verificación de estos contenidos, si lo considera necesario.

b) Prueba de doblado de las soldaduras de tirante. Sólo las soldaduras eléctricas por forja de los tirantes de separación serán sometidas a pruebas destructivas.

Los tirantes de separación del mismo tipo de acero y de iguales dimensiones constituyen un lote.

Se tomará al azar un tirante por lote y se efectuará una prueba de doblado de una soldadura.

c) Control del aspecto y de las dimensiones. Todas las piezas serán presentadas para un control del aspecto y de las dimensiones antes de pintarse o engrasarse.

Cualquiera que sea su número, las piezas del mismo tipo de acero y de iguales dimensiones constituyen un lote.

La proporción de los controles por lote se deja a juicio del Representante quien efectuará una extracción al azar sobre el conjunto de las piezas presentadas. Sin embargo, para los tirantes de separación, las tomas no deberán ser nunca inferiores al 20 por ciento de piezas que constituyen el lote.

001.F.02.c.07 Métodos de prueba

Las pruebas sobre materiales se realizarán sobre probetas que hayan sido sometidas al tratamiento térmico de normalización previsto en 001.F.02.c.02(2) de esta Especificación.

1. Prueba de tracción. El eje de la probeta se colocará lo más cerca posible de la tercera parte exterior de la semidiagonal o del radio de la sección transversal de la muestra; este eje deberá ser paralelo a la dirección de laminado. La prueba se efectuará sobre una probeta cilíndrica proporcional a la estándar y de acuerdo a lo indicado en la norma francesa NF-A-03-151.

2. Prueba de resiliencia. El sitio de donde se obtendrá la probeta es idéntico al definido para la prueba de tracción. La probeta, totalmente maquinada, tendrá 55 mm de longitud y una sección cuadrada de 10 mm por lado; en el centro de su longitud presentará una muesca en "U" de 5 mm de profundidad con un radio de 1 mm en el fondo de la muesca y ésta será perpendicular al eje longitudinal de la probeta. La prueba se realizará de acuerdo a lo indicado por la norma francesa NF-A-03-156.

3. Análisis químico. El fabricante deberá demostrar que todos los análisis son conforme a las composiciones de los diferentes aceros definidos en 01.F.02.a de esta Especificación.

4. Pruebas de doblado de las soldaduras de tirante. La probeta de doblado será extraída de la parte soldada de un tirante. Se conservará la sección cilíndrica del tirante pero reducida de 4 a 5 mm aproximadamente mediante maquinado para eliminar todas las marcas de forjado. La longitud de la probeta será igual a 250 mm como mínimo.

   Para efectuar la prueba se colocará el eje transversal de la probeta, correspondiente al eje de la soldadura, a media distancia entre dos apoyos cilíndricos. Luego mediante un mandril cilíndrico cuyo diámetro será igual a 1.5d (d siendo el diámetro de la probeta), se realizará el doblado de la probeta hasta 180°, o sea hasta que las partes queden paralelas.

   Al término de la prueba, la cara exterior del doblez no deberá presentar fisuras, desgarramientos ni grietas tanto en la parte soldada como en el metal de base. Si la prueba no es satisfactoria, se aplicarán las cláusulas de prueba adicionales definidas en el siguiente inciso 6. Sin embargo, a petición del proveedor se podrá efectuar un recocido de todas las soldaduras de tirante, antes de efectuar las pruebas adicionales.

5. Verificación del aspecto y de las dimensiones. Las dimensiones de las piezas se verificarán con anillos, machos, calibres y plantillas aprobados por el Representante y con diferentes instrumentos de medición que serán proporcionados por el proveedor. Para las piezas de secundaria importancia, como cuñas, arandelas planas, pernos, placas y chavetas, se admitirá como máximo el 4 por ciento de piezas defectuosas por lote.

   Para ciertos tipos de piezas definidas a continuación, el proveedor entregará al Representante un acta de control por lote de piezas, en el que se mencionarán los resultados siguientes:

   — Control dimensional y del aspecto de todas las piezas que tienen tolerancias muy precisas: ejes, pasadores, barrenadas con sus entre-ejes.

   — Control del aspecto de todas las piezas soldadas.

   — Control por resudación de todas las soldaduras por chispa de los tirantes de separación.

   Durante la recepción del material por el Representante, efectuándose la verificación sobre piezas tomadas al azar (ver 001.F.02.c.06), no deberá descubrirse ninguna pieza defectuosa, so pena de rechazo del lote correspondiente. Sin embargo, a petición del proveedor, podrá efectuarse una nueva recepción después de seleccionar el lote correspondiente. En esta nueva presentación, toda pieza defectuosa ocasionará el rechazo definitivo del lote seleccionado.

   Para las piezas de segunda importancia, como cuñas, arandelas planas, pernos, placas y chavetas, se admitirá un máximo de 4 por ciento de piezas defectuosas por lote.

6. Pruebas adicionales. Si en un lote, una prueba determinada no cumpliera con las condiciones requeridas, se podrán llevar a cabo, a petición del proveedor, dos pruebas adicionales del mismo tipo. Si una de estas pruebas adicionales no es satisfactoria, el lote correspondiente será rechazado.

001.F.02.c.08 Acondicionamiento de los suministros

1. Protección. Después de las pruebas y antes de su almacenamiento y envío, las piezas recibirán una protección contra la oxidación.

   Las partes no maquinadas serán previamente limpiadas, desengrasadas y se quitará la calamina; luego serán recubiertas con una capa de pintura antióxido.

Las partes maquinadas se recubrirán con una capa de grasa blanca cuya composición será la siguiente:

— Oxido de zinc al 90% de pureza: 45%

— Aceite de colza: 35%

— Sebo: 20%

2. Embalaje. Las piezas deberán protegerse con un embalaje apropiado para evitar cualquier deterioro (en particular de sus partes roscadas o maquinadas) y toda deformación que pudiera producirse durante su transporte.

   Cada embalaje llevará de manera legible e indeleble en una etiqueta firmemente adherida, los siguientes datos:

   — El nombre o la marca del proveedor.

   — El número de pedido.

   — El tipo de las piezas.

   — El número y el peso total de las piezas.

   — La fecha de fabricación.

   Las piezas enviadas sin ser marcadas o sin embalaje según lo prescrito, serán rechazadas. El embalaje pasará a ser propiedad del Representante, y no será pagado ni devuelto al proveedor.

001.F.02.c.09 Garantía

El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo de dos años contados a partir de su puesta en servicio en las vías, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso durante más de cuatro años contados a partir de la fecha de fabricación (fecha inscrita en las piezas).

Toda pieza que durante este periodo llegare a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza.

A petición del proveedor, la pieza retirada del servicio le será devuelta, con los gastos de transporte a su cargo.

001.F.02.c.10 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse, estarán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.F.03 PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO AL MANGANESO

001.F.03.a DESCRIPCION

Se describen las piezas moldeadas en acero al manganeso destinadas a los aparatos de vía que equipan al Metro de la Ciudad de México y que permiten el cambio de una vía a otra.

Ajustadas entre sí para formar los aparatos de vía, las piezas aseguran las funciones de soporte y de guía ya sea un itinerario sobre una misma vía o de cambio de vía de los carros sobre neumáticos. En caso de desinflado o baja presión de los neumáticos portadores, las piezas aseguran también el apoyo de las ruedas metálicas de seguridad de dichos carros. La superficie superior horizontal incluye, por lo tanto, dos pistas de rodamiento paralelas susceptibles de recibir cargas idénticas. De hecho, estas dos pistas no están limitadas transversalmente en la mesa de rodamiento que queda unida en todo su ancho. El guiado es asegurado como en la vía de ferrocarril clásico, por la pestaña de las ruedas de seguridad que se desplazan a lo largo del borde de rodamiento de las piezas antes mencionadas.

001.F.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1

001.F.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los productos terminados deberán sujetarse a las condiciones de fabricación siguientes:

1. Materiales. Las piezas de acero con alto contenido de manganeso para aparatos de vía se fabricarán con acero austenítico, llamado también acero Hadfield.

2. Forma de las piezas. Las piezas se fabricarán según los planos de proyecto aprobados por el Representante, los que indicarán las líneas y los planos directores de guía y de rodamiento, las cotas, los sitios de los orificios, las marcas y en general el trazado de todas las partes rigurosamente impuestas.

3. Fabricación. Los procedimientos de moldeado, de colada, de elaboración del metal y de tratamiento térmico se dejarán a elección del fabricante, quien sin embargo, deberá hacer del conocimiento del Representante los procedimientos utilizados.

   El calentamiento previo al temple deberá hacerse en un horno con progreso regular provisto de aparatos de control y de registradores de temperatura. El diagrama de calentamiento debe estar siempre a disposición del Representante.

   Las piezas templadas simultáneamente serán separadas por cuñas.

4. Marcas.Todas las piezas deberán llevar, en relieve, de una manera legible y en los puntos indicados por los planos autorizados por el Representante, las marcas siguientes:

   — La marca del proveedor.

   — La indicación del mes y de las últimas dos cifras del año de fabricación.

   — Un símbolo que caracteriza a la pieza y que incluye:

      a) La letra que identifica la pieza (Ejemplo: A).

b) La tangente del ángulo del desvío del aparato (Ejemplo: tan 0.13).

c) El sentido del desvío (ejemplo: D para desviación a la derecha).

Para los ejemplos anteriores, el símbolo sería: A — tan 0.13 — D.

— Un número de orden continuo de fabricación por tipo de piezas y una flecha que indique el sentido de la colada. Por ejemplo, la décima pieza A, colada en el transcurso del tiempo llevará el número 10 sin importar el tiempo transcurrido entre la primera pieza A y la décima pieza. Lo mismo vale para las otras piezas (B, C, D, etc.), cuyas coladas también llevarán números independientes.

— Las marcas en relieve procedentes de la fundición serán realizadas con caracteres de al menos 15 mm de altura.

— La referencia "METRO"

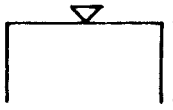
5. Acabado. Todas las piezas deberán desarenarse cuidadosamente, rebabearse y librarse de cualquier óxido que pueda desprenderse y de los sobrantes de colada, de los respiraderos de fundición y de las mazarotas. Asimismo, deberán estar exentas de cualquier defecto, como hendiduras de encogimiento, oquedades, grietas y defectos superficiales, que puedan perjudicar su aptitud para el uso o su solidez.

   En particular, los fisuras debidas al encogimiento (contracción), al enfriamiento brusco y a la segregación del metal, estarán absolutamente prohibidas en las superficies de contacto. Asimismo, no se admitirán las fisuras debidas a la contracción del metal, verticales en el alma de las piezas maestras, horizontales en las extremidades de las piezas y longitudinales en los carriles.

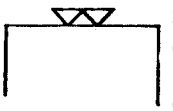
   Las piezas deberán presentar superficies bien formadas; todas las desigualdades, huellas de juntas, uniones de moldeado, etc., serán cuidadosamente esmeriladas. Se cuidará de manera muy particular el acabado del plano de rodamiento de las ruedas con neumáticos. El enderezado de las piezas no deberá provocar ninguna deformación, ni principio de ruptura, ni dejar ninguna huella en las piezas. La cara de apoyo que descansa sobre los durmientes, deberá ser normalmente plana, sin torsiones, protuberancias o huecos susceptibles de impedir un contacto normal.

   Las superficies de rodamiento y sus radios de empalme, las superficies de embridado y todas las superficies que deben tomar contacto por ensamblado, así como los extremos, deberán estar perfectamente perfilados y calibrados. Los barrenos de emplanchuelado serán taladrados con broca y achaflanados de 1 mm en las extremidades de los mismos. Las superficies de embridado, de contacto de las platinas de deslizamiento, los topes y las almohadillas de talón serán obtenidas por maquinado de calidad ▽▽▽

   Definición de los símbolos de maquinado anotados en los planos:



Superficie bien maquinada que tiene buen aspecto y que puede utilizarse como superficie de contacto para los montajes fijos.



Superficie labrada sin exigencias especiales de calidades de rodamiento pero con exigencia de corrección geométrica que puede necesitar un acabado después del maquinado con herramienta.



Superficie labrada de buena corrección geométrica y de buena calidad de rodamiento.

A falta de símbolo de maquinado, las superficies podrán ser en bruto (sin maquinar), a condición que satisfagan suficientemente las condiciones de forma y de aspecto. Deberán ser retocadas superficialmente en el caso contrario.

6. Tolerancias dimensionales. Las tolerancias dimensionales son precisadas en 001.F.03.c.01(7).

7. Reparaciones. Toda disimulación de un defecto o toda reparación por soldadura será motivo de rechazo. Sin embargo, a petición del proveedor, y previo acuerdo con el Representante, la operación de reparación por añadidura de metal podrá autorizarse para superficies fuera de las zonas de rodamiento y que presenten burbujas o marcas de 4 mm de espesor como máximo. La superficie total máxima admitida para la reparación por añadidura de metal será de 14 cm^2.

   Para superficies comprendidas entre 14 cm^2 y 160 cm^2, podrán autorizarse reparaciones por añadidura de metal, pero podrán pedirse tratamientos de hipertemple según la importancia y la repartición de las zonas a reparar.

001.F.03.c.01 Recepción

Las piezas deberán sujetarse a las siguientes condiciones para su recepción:

1. Supervisión. El Representante tendrá libre acceso a las partes de la fábrica donde se manufacturan las piezas, durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias para cerciorarse que las condiciones de fabricación previstas son exactamente cumplidas y asistir a todas las pruebas relacionadas con las coladas.

2. En principio, todas las pruebas se efectuarán en los laboratorios del proveedor y con los gastos a su cargo.

3. Presentación de las piezas para su recepción. Las piezas serán presentadas para su recepción al estado de entrega; ninguna de sus superficies deberá estar pintada. Las superficies de embridado maquinadas podrán aceitarse. Todas las piezas serán sometidas a un examen de recepción que incluya:

   — Un análisis químico (uno por colada).

   — Una prueba mecánica (prueba de choque).

— Un control de acabado de las superficies y una verificación geométrica.

— El Representante se reserva el derecho de ejecutar pruebas no destructivas sobre las piezas "cabezas de series", así como sobre piezas similares que presenten defectos de carácter sistemático.

4. Análisis químico. Se utilizarán muestras procedentes de las probetas para la prueba mecánica. Estas muestras serán de 30 x 30 x 50 mm. Por cada colada se tomarán tres muestras: la primera por la fábrica, la segunda por el Representante, la tercera para un análisis adicional eventual en caso de desacuerdo.

   La composición química del producto terminado deberá cumplir con las condiciones siguientes:

   — Manganeso: de 11.5 a 14%

   — Carbono: de 0.95 a 1.3%

   — Azufre: $< 0.03\%$

   — Fósforo: $< 0.08\%$

   — Silicio: $< 0.65\%$

5. Prueba mecánica de choque. Las muestras tendrán una sección cuadrada de 30 x 30 mm y 200 mm de longitud. Serán coladas unidas a cada extremo de las piezas, ya sea en los extremos, o lateralmente a una distancia, si es posible, inferior a un metro de los extremos. Si son previstas lateralmente, deberán repartirse longitudinalmente a los dos lados de la pieza. Las muestras se separarán sólo después de la ejecución del tratamiento térmico, del estampado y marcación por parte del Representante. Serán previstas cuatro barras por pieza para la prueba y pruebas adicionales eventuales. Se harán dos pruebas por pieza. Las probetas para la prueba de choque estarán constituidas por barras en bruto cuyas aristas podrán rebajarse en un milímetro como máximo.

   Antes de la prueba, las barras serán entalladas con una prensa, en semicírculo ($r = 1.5$ mm) en una cara mediante una herramienta que ejerza una fuerza de 20 t aproximadamente. Esta operación se llevará a cabo en presencia del Representante. Se colocarán las probetas horizontalmente sobre dos cuchillas espaciadas 160 mm con el corte hacia abajo en el centro del asiento. Las cuchillas tendrán aristas redondeadas de 2 mm de radio. Las probetas deberán someterse a golpes sucesivos de una masa de 50 kg que caiga libremente de una altura de 3 m sobre la cara opuesta al corte. La cabeza de la masa que entra en contacto con la probeta deberá ser redondeada con un radio de 50 milímetros.

   Las barras con corte deberán resistir tres impactos; si aparece una fisura, ésta no podrá extenderse por más de un cuarto de la altura inicial de la pieza.

   Prueba adicional. Si las primeras dos pruebas no dan resultados satisfactorios, la pieza será rechazada. Si una prueba no da resultado satisfactorio, se efectuará una tercera prueba cuyo resultado determinará el rechazo o la aceptación de la pieza.

6. Los resultados no satisfactorios podrán modificarse mediante un nuevo tratamiento térmico siempre que esta insuficiencia no se deba a un defecto local. Las piezas serán aceptadas si las pruebas sobre las probetas restantes son satisfactorias.

7. Verificaciones geométricas. Antes de hacer cualquier verificación, deberá verificarse que las partes de la base que descansará sobre los durmientes hayan sido rebabeadas con cuidado.

   Para apreciar la planidad de las zapatas, se colocarán sobre cada parte que deben soportar los durmientes, reglas de anchos apropiados y de 700 milímetros de longitud. Todos los cantos superiores de estas reglas deberán estar en un mismo plano. Las cuñas que deben colocarse debajo de las reglas para lograr dicha planidad no deberán rebasar los 2 mm de espesor. El simple control visual de esta planidad es suficiente.

   Después se colocará la pieza sobre caballetes para todas las verificaciones posteriores. Las superficies interesadas por el rodamiento de las ruedas metálicas servirán para la determinación de los planos horizontales y verticales de referencia en los trabajos de verificación. Por lo general, se procederá de la manera siguiente:

   — Se verificará la planidad con reglas fabricadas con una tolerancia de: $+0.1$ mm, -0 mm.

   — Se verificarán los escuadrados con la escuadra normal de ajustador.

   — Se medirán las longitudes con la cinta y la regla graduada.

   — Se verificarán las tolerancias en la geometría de las piezas con plantillas de "máximo" y "mínimo", fabricadas con tolerancias de:

      a) $+ 0.1$ mm y $- 0$ mm, para una medida "máxima".

      b) $+ 0$ mm y $- 0.1$ mm, para una medida "mínima".

   Las plantillas se ajustarán en el eje del corazón y descansarán sobre el plano de rodamiento. Para simplificar las mediciones, las plantillas de verificación de perfil deberán realizarse para una lectura directa de la diferencia. Su utilización dará a la vez los valores máximos y mínimos, ya sea por medición directa en los calibradores o por desplazamiento paralelamente a los mismos; el valor de este desplazamiento respecto a la posición teórica del perfil mide la diferencia en función de la tangente del corazón.

   — Las plantillas de verificación de las superficies de embridado serán fabricadas según las cotas nominales con tolerancia de $\pm$ 0.05 mm. Sólo las plantillas de control de los radios y de las perforaciones de emplanchuelado serán del tipo "pasa" o "no pasa".

   — Las líneas y planos directores son determinados por los diagramas.

— Las tolerancias generales se indican en la fig 001-99. Se definen respecto a las líneas y planos directores indicados con líneas gruesas.

Los calibradores o plantillas de control estarán a cargo del proveedor y deberán ser aprobados por el Representante. El detalle del conjunto de las verificaciones que a continuación se indican está representado en las figs 001-99 a 001-101 con apoyo de las tablas 001-27 y 001-28.

Verificación de los planos de rodamiento. Se realizará en todas las piezas; y concierne a la planidad de los planos de rodamiento (ver fig 001-99).

a) Verificación longitudinal. El plano de rodamiento de los neumáticos portadores y de las ruedas metálicas se verificará con reglas repartidas a todo lo largo de la pieza con el mismo procedimiento expuesto anteriormente.

   El espesor máximo de las cuñas no deberá rebasar en este caso 1 mm o sea que la tolerancia de planidad será: + 0, − 1.0 mm.

   En caso de desacuerdo por simple vista, se utilizará un cordel tendido sobre cuñas de igual espesor colocadas en las extremidades de la pieza.

b) Verificación transversal. En una sección transversal, la flecha en el ancho de la pista de rodamiento de los neumáticos no deberá rebasar ± 0.2 milímetros.

Verificación de las longitudes y de los perfiles transversales de los extremos. Esta verificación concierne a todas las piezas (ver fig 001-99).

a) Escuadrado de los extremos. Se comprobará el escuadrado de los extremos por medio de una escuadra. Las tolerancias admisibles del escuadrado son:

   — Verticalmente: en la altura de la pieza ± 1 mm.

   — Horizontalmente: en el ancho del riel ± 0.5 mm.

   — En el ancho de la pista: ± 1 mm.

b) Las longitudes se verificarán con un decámetro o calibrador provisto de un tope en un extremo; las tolerancias serán + 1 mm, − 2 mm. Estas tolerancias deberán ser rigurosamente respetadas para que las piezas colocadas una detrás de la otra, para formar el aparato, den en definitiva un montaje correcto. Estas tolerancias se obtendrán, si es preciso, por maquinado de los extremos, dejando un suplemento de material en la longitud de las piezas pequeñas.

Verificación del trazado. Esta verificación concierne a las líneas directrices para los corazones y las piezas contra-agujas.

a) Se verificarán los alineamientos para las filas rectilíneas, y las flechas para las líneas curvas, mediante un cordel tendido a nivel del plano director, es decir a 14 mm abajo del plano de rodamiento, sobre dos cuñas del mismo espesor, colocadas en los extremos. La tolerancia admitida es de ± 1 mm (ver fig 001-99). Esta tolerancia podrá rebasarse sobre una longitud no superior a 180 mm, si el defecto constituye una concavidad con profundidad inferior a 0.5 mm. Esta verificación adicional se hará con una regla de 200 mm de longitud.

b) Se verificarán las longitudes parciales y las posiciones de los puntos notables (puntas, etc.) (ver figs 001-100 y 001-101). Tolerancia: ± 1 mm.

Verificación de los anchos y de las profundidades de carriles. Estas verificaciones se efectuarán para los corazones y las piezas contra-agujas. Las tolerancias se indican en las figs 001-100 y 001-101. Se verificará en las secciones numeradas de estas figuras:

— El ancho de los carriles propiamente dichos.

— La distancia de borde a borde de rodamiento.

— O bien las dos cotas al mismo tiempo. Tolerancia: − 0 mm, + 1 mm (ver fig 001-99).

— La profundidad de los carriles.

Verificación de los puntos de intersección (corazones). Se verificará el perfil a lo largo de la punta:

— En longitud, con una regla graduada. Tolerancia: + 0 mm, − 5 mm.

— En profundidad, con una plantilla y un calibrador. Tolerancia: − 2 mm, + 0.5 mm.

Verificación de las platinas de deslizamiento, topes y almohadillas de talón. Se hará mediante el montaje provisional, en una área plana, de las piezas contra-agujas de punta, de talón y de una aguja corespondiente cuyas características (curvatura, cepillados, inflexiones), hayan sido verificadas previamente. Se verificará:

— El montaje correcto del talón: contacto de las almohadillas sobre el alma de la aguja (las almohadillas son maquinadas).

— El apoyo y el deslizamiento correctos del patín de aguja sobre todas las platinas, las cuales son maquinadas.

— El contacto adecuado de los topes sobre el alma de la aguja (los topes son maquinados).

— El contacto lo más perfecto que se pueda de las partes inclinadas en los 2/5 (lo que implica el maquinado de la superficie de apoyo correspondiente de las piezas moldeadas).

En el control de las partes inclinadas, el posicionamiento de la inclinación deberá ser satisfactorio con respecto al plano de rodamiento de los neumáticos; al aplicarse la plantilla no deberá verse ningún espacio.

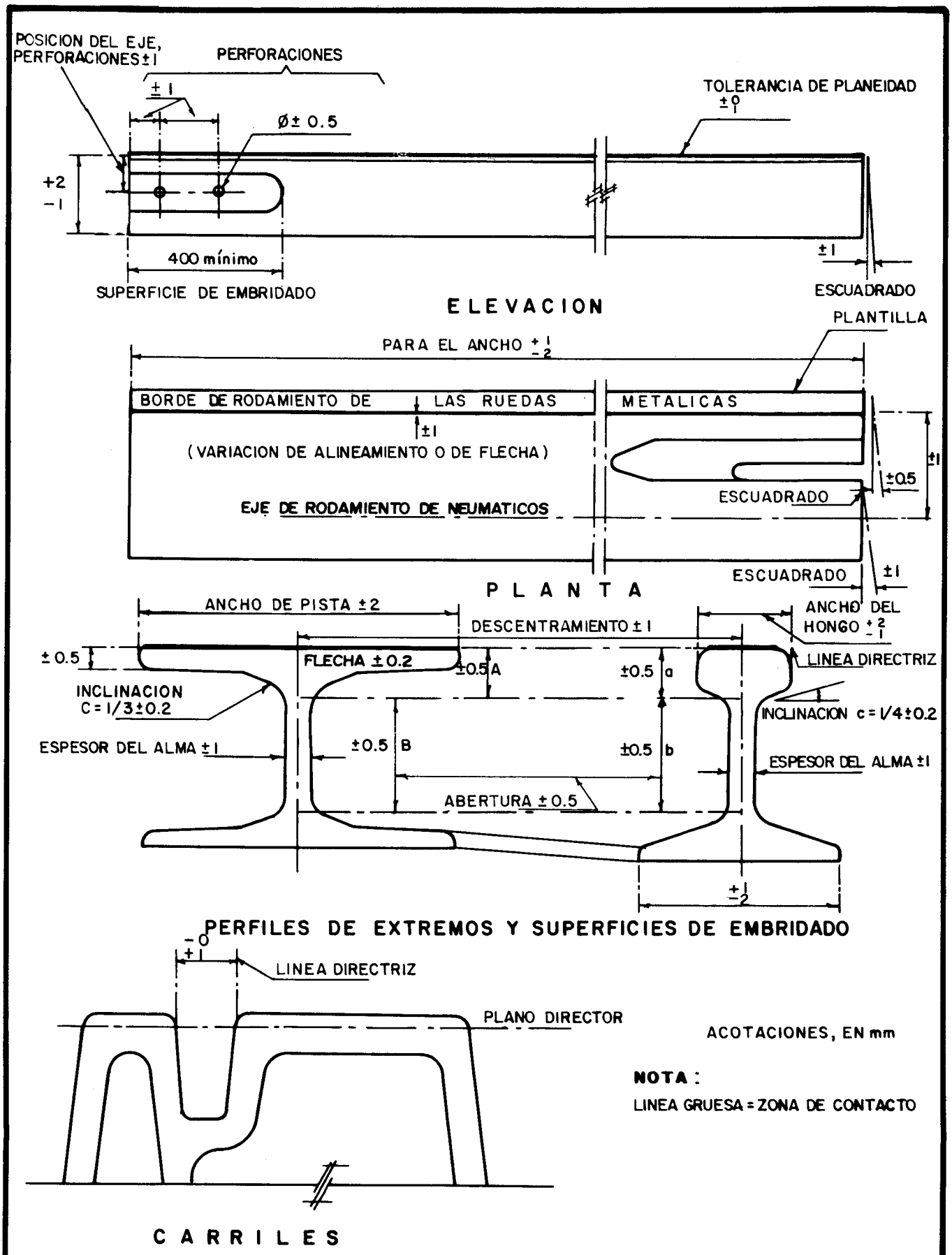
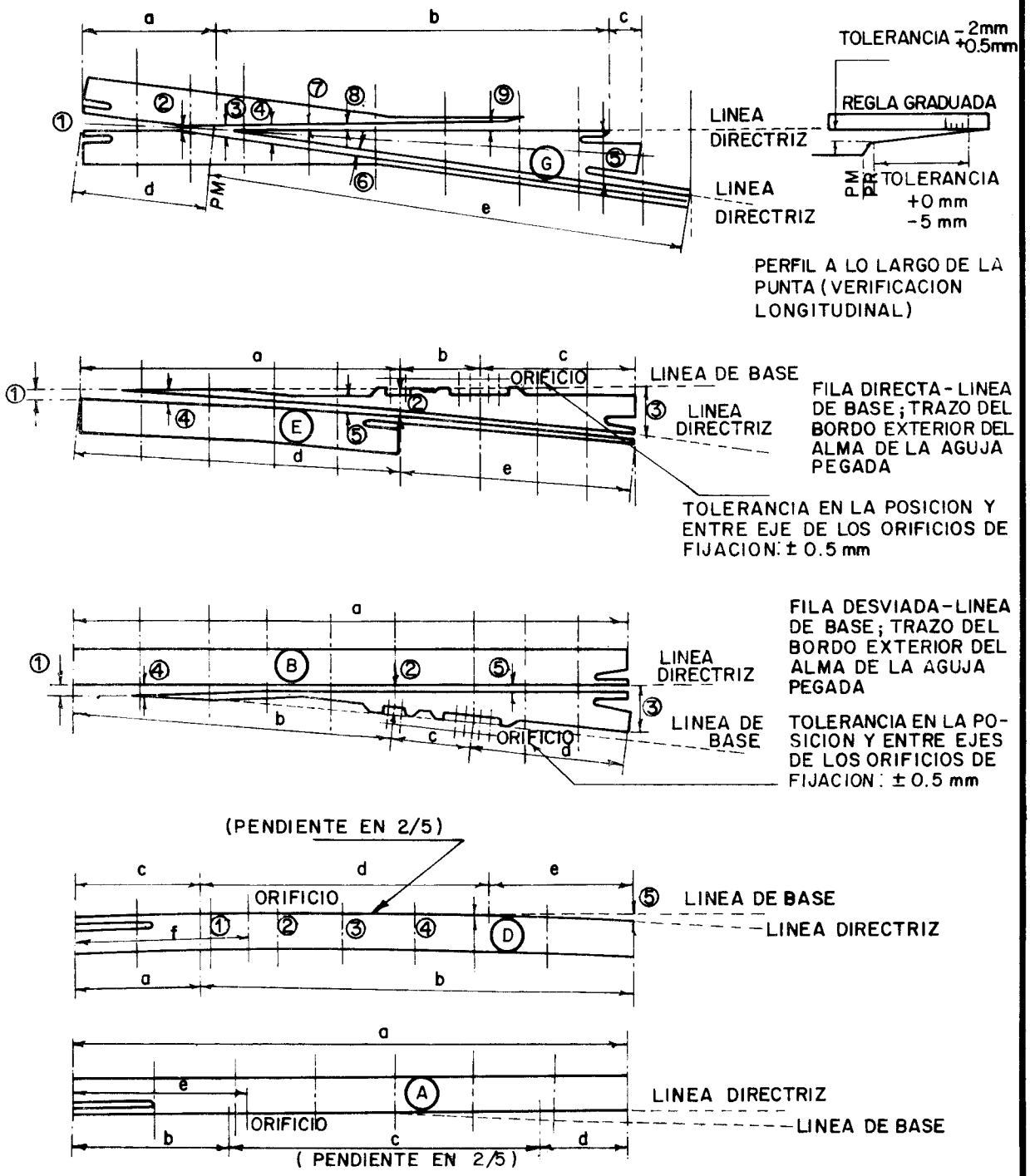
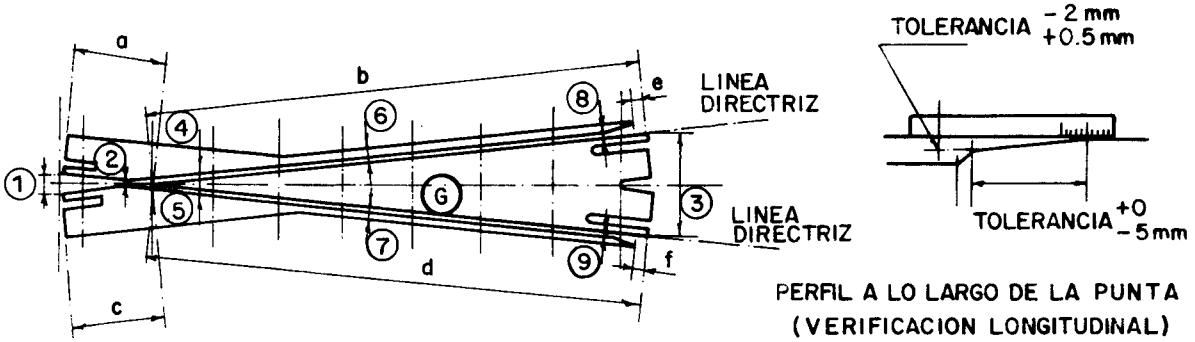


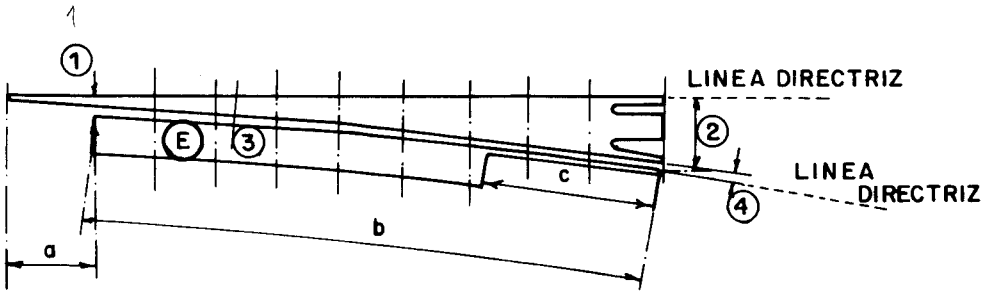
Fig 001-99 Piezas moldeadas en acero al manganeso para aparatos de vía. Tolerancias generales

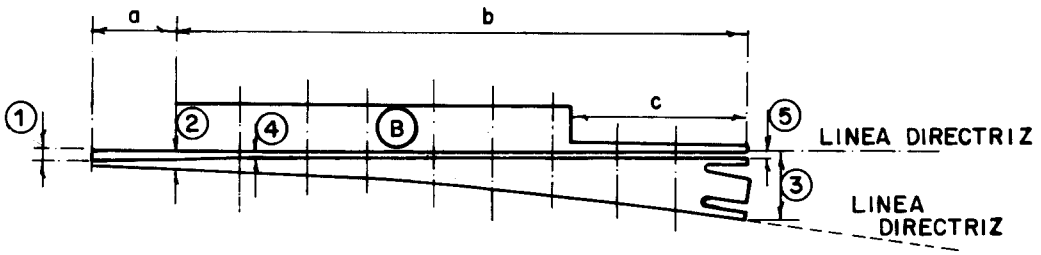


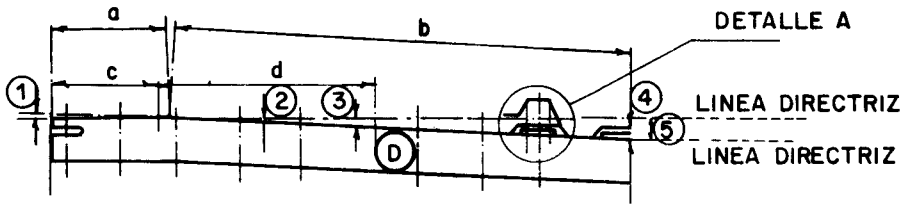
NOTA : PARA DESCRIPCION DE LAS PIEZAS VER TABLA 001-27

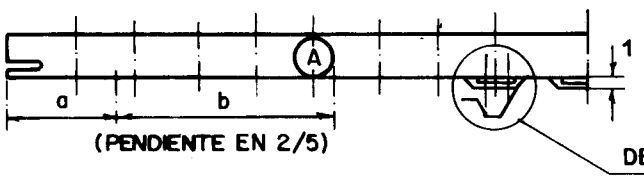
Fig 001-100 Piezas moldeadas en acero al manganeso para aparatos de vía. Aparato tan 0.13 (desvío y comunicación)

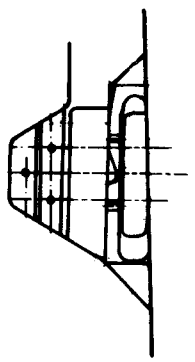












DETALLE A

NOTA : PARA DESCRIPCION DE LAS PIEZAS VER TABLA 001-28

PARA TODAS LAS DIMENSIONES LA TOLERANCIA ES ± 1 mm

Fig 001-101 Piezas moldeadas en acero al manganeso para aparatos de vía. Aparato tan 0.20

Tabla 001-27. Verificación geométrica de las piezas para aparatos tan 0.13

Descripción de las piezas (ver fig 001-100)	Verificaciones a efectuar		
	Longitudes parciales (además de las longitudes totales de cada rámal). Tolerancia: + 1	**Anchos de carriles y distancias entre bordes de rodamiento de las ruedas metálicas. Sitios Tolerancias: + 0, − 1 mm**	**Verificaciones adicionales**
Corazón de intersección (G)	a, b, c, d, e	Entrada (1) Codo (patas de liebre) (2) Punta real (3) Término de la reducción (4) Salida (5) Vía desviada (6) Vía directa (7) Cruceta (8) (9)	**Posición de la punta matemática.** Una vez efectuadas todas las rectificaciones en las filas de rodamiento, la punta matemática (PM) es determinada en la intersección de dos cordeles tendidos sin cuñas sobre las filas directrices. **Perfil a lo largo de la punta** (reducción): — Verificación en longitud — Verificación en profundidad (3)
Pista de contra-aguja curva de talón (E)	a, b, c en la línea base d, e en el arco	Entrada (1) Sección de la articulación ficticia (2) Salida (3) Abertura (4) Vía desviada (5)	**Flecha d+e:** en las líneas directrices **Posición de los barrenos:** De fijación del talón de aguja **Montaje de pruebas:** De una aguja rectilínea (ver 001.F.03.c.01-7)
Pista contra-aguja rectilínea de talón (B)	a b, c, d según el arco y en la línea de base	Entrada (1) Sección de la articulación ficticia (2) Salida (3) Abertura (4) Vía directa (5)	**Flecha de b + e + d:** En la línea de base **Posición de los barrenos:** De fijación del talón de aguja **Montaje de pruebas:** De una aguja curva (ver 001.F.03.c.01-7)
Pista contra-aguja, curva de punta (D)	a, b c, d, e, f en la línea de base	Apoyo de la aguja (1) (2) (3) (4) Desviación (5)	
Pista contra-aguja rectilínea de punta (A)	a, b, c, d, e		

Tabla 001-28. Verificación geométrica de las piezas para aparatos tan 0.20

Descripción de las piezas (ver fig 001-101)	Verificaciones a efectuar		
	Longitudes parciales (además de las longitudes totales de cada ramal). Tolerancia: ± 1 mm	**Anchos de carriles y distancias entre bordes de rodamiento de las ruedas metálicas. Sitios Tolerancias: + 0, − 1 mm**	**Verificaciones adicionales**
Corazón de intersección (G)	a, b, c, d, e, f	Entrada (1) Codo patas de liebre (2) Salida (3) A la izquierda (4) A la derecha (5) Cruceta (6) De izquierda (7) Cruceta (8) De derecha (9)	**Posición de la punta matemática.** Una vez efectuadas todas las rectificaciones necesarias en las filas de rodamiento, la punta matemática (PM) es determinada por la intersección de dos cordeles tendidos sin cuñas sobre las filas directrices **Perfil a lo largo de la punta** (reducción) — Verificación en longitud — Verificación en profundidad
Pista diagonal en talón de pieza D (E)	a en la línea directriz rectilínea b, c según el arco descrito en la línea directriz curva	Entrada (1) Salida (2) Extremidad Cruceta de entrada (3) Cruceta de salida (4)	Flecha de b
Pista diagonal en talón de pieza A (B)	a, b, c en la prolongación de la línea directriz rectilínea	Punta (1) Entrada (2) Salida (3) Extremidad Cruceta de entrada (4) Salida (5)	Flecha total de la línea directriz curva
Pista contra-aguja en la fila desviada (D)	a, b, c, d en las líneas directrices	Desviación (1) Apoyo de la aguja (2) (3) Apoyo del riel Diagonal (4) Desviación (5)	Detalle A (Cotas representadas)
Pista contra-aguja (A)	a, b	Apoyo del riel Diagonal (1)	Detalle A (Cotas representadas)

Verificación de las superficies de embridado. Se realizará en todas las piezas.

a) Verificación del perfil. Esta verificación se hará con plantillas y calibradores que deben someterse a la aprobación del Representante. Estas plantillas se apoyarán sobre el plano de rodamiento. Cada calibrador estará fabricado de manera que se pueda determinar si la diferencia sobre el valor teórico de la cota correspondiente se ubica entre los límites resultantes de las tolerancias admitidas y establecer el signo de esta diferencia.

   Se verificará en los rieles y en la pista (ver fig 001-99):

   — El posicionamiento de las superficies con respecto al plano director, cotas (a y A): ± 0.5 mm.

   — La abertura de las superficies, cotas (b + B): ± 0.5 mm.

   — La inclinación a 1/4 de los asientos, cotas (c y C): ± 0.2 mm sobre el ancho de los asientos.

   — El espesor de las almas: ± 1 mm.

   — La excentricidad relativa de las almas: ± 1 mm.

   Las plantillas deberán colocarse normalmente en las extremidades cuyas superficies de embridado deban verificarse a distancias de la extremidad fijadas en 30 y 250 milímetros.

b) Verificación de la longitud. Las superficies de embridado deberán maquinarse convenientemente y enderezarse sobre 350 mm de longitud.

c) Verificación de la perforación. El diámetro de los barrenos: ± 0.5 mm y la posición de los barrenos con respecto a las superficies de embridado: ± 1 mm.

Se utilizará una plantilla que se apoye en las superficies de embridado y que incluya un perno con el diámetro teórico del barreno menos 2 mm y en la misma posición teórica de éste.

— La posición de los barrenos entre sí con respecto al extremo de la pieza.

Se utilizará una plantilla con perno que incluya un tope destinado a entrar en contacto con el extremo de la pieza. El diámetro de cada perno será inferior en 2 mm al del barreno correspondiente. La distancia del eje de cada perno al tope será igual a la cota indicada en la fig 001-99 entre el extremo y el eje del barreno correspondiente.

Los pernos de la plantilla deberán poder entrar al mismo tiempo en todos los barrenos de las piezas, con el tope que está en contacto con el extremo de la pieza.

Ensamblado de las piezas moldeadas. Se verificará el ensamblado correcto por emplanchuelado de las piezas consecutivas. El ajuste correcto de dos piezas ensambladas en el área de montaje será asegurado por simples apoyos mediante cuñas puestas en el sitio de las zapatas soportes de durmientes y en las extremidades de las piezas. No se admitirá en el sitio de las cuñas, ningún esfuerzo ejercido por medio de gatos y otros dispositivos similares. El montaje de dos piezas consecutivas se hará con una junta de 4 milímetros.

001.F.03.c.02 Garantía

El proveedor garantizará las piezas de acero moldeado al manganeso durante un periodo de tres años contados a partir de su puesta en servicio en la vía, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso durante más de cinco años contados a partir de la fecha de suministro que debe considerarse como la del último día del mes indicado en relieve en las piezas.

Todas pieza que durante este periodo llegaré a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago, por parte del proveedor, de un indemnización igual al valor de la pieza. A petición del proveedor, la pieza retirada del servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.F.03.c.03 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.F.04 PIEZAS SOLDADAS DE ACERO NO ALEADO

001.F.04.a DESCRIPCION

Se describen las piezas de acero no aleado soldadas destinadas a equipar las vías y aparatos de vía del Metro de la Ciudad de México.

001.F.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Radiografía de soldadura	DDF 4.15-E
Métodos de análisis químico para determinar la composición de acero y fundiciones	NOM B-1
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172

001.F.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.F.04.c.01 Requisitos

Los productos se fabricarán con acero tipo E-26-2NE y deberán sujetarse a los requisitos siguientes:

1. Composición química sobre producto terminado:

   — Carbono $< 0.22\ \%$

   — Fósforo $\leq 0.055\ \%$

   — Azufre $\leq 0.055\ \%$

   — Nitrógeno $\leq 0.008\ \%$

2. Condiciones mecánicas del material y de las soldaduras:

   — Resistencia (R) a la ruptura por tracción:

   41.0 daN/mm² (4181 kg/cm² $\leq$ R $\leq$ 49.0 daN/mm² (4996 kg/cm²)

   — Límite de elasticidad aparente $\geq$23.5 daN/mm² (2396 kg/cm²)

   — Alargamiento $\geq 24\ \%$

   — Resiliencia (KCU) sobre una probeta con muesca en "U" a 293 K (20°C), KCU$\geq$60 joules/cm²

   — Doblado a 180°: no deben presentarse ni grietas ni desgarramientos en el metal.

001.F.04.c.02 Condiciones de fabricación

Los productos terminados deberán sujetarse a las siguientes condiciones de fabricación:

1. Las piezas deberán tener la forma y dimensiones que se indiquen en los planos de proyecto autorizados.

2. Los maquinados deberán efectuarse por medios mecánicos.

3. Para la unión de las piezas, el metal de aporte (soldadura) deberá ser del mismo tipo que el metal de base. Los bordes a soldar deberán estar cuidadosamente preparados, limpios, exentos de óxido, de grasa o aceite y de vestigios de quemaduras. La penetración deberá ser siempre completa. Los electrodos utilizados deberán estar perfectamente secos en el momento de la soldadura; los de revestimiento básico deberán, obligatoriamente, meterse en una estufa antes de su uso. No se admitirá ningún martilleo.

   El control de los cordones de soldadura será visual. En caso de duda acerca de la calidad de la soldadura, se practicará un control no destructivo con el único fin de descubrir defectos importantes como grietas, fisuras o soldaduras mal ejecutadas y aspecto cóncavo del cordón de soldadura.

4. El producto deberá llevar, estampadas, las marcas siguientes:

   — Marca del proveedor (abreviada).

   — Indicación del mes y de las últimas dos cifras del año de fabricación.

   — Eventualmente, un símbolo que caracterice a la pieza.

5. En su acabado, las piezas deberán ser sanas en todas sus partes y no presentar ninguna grieta, burbuja, escama, rebaba ni falta de material, doblez u otro defecto que pueda ser perjudicial para su uso; además, sus superficies deberán ser lisas y exentas de óxido.

   Las piezas deben protegerse contra la oxidación antes de su embarque; todas las superficies y en particular las partes fileteadas (macho y hembra), deberán limpiarse y aceitarse.

6. Las piezas deberán protegerse con un empaque apropiado para evitar cualquier deterioro o deformación durante su transporte. Cada empaque llevará en forma legible e indeleble (si es necesario en una etiqueta firmemente adherida al embalaje) los datos siguientes:

   — Nombre o la marca del proveedor.

   — El número del pedido.

   — El número y la naturaleza de las piezas.

   — La fecha de fabricación.

001.F.04.c.03 Recepción

Las piezas deberán sujetarse a las siguientes condiciones para su recepción:

1. Las piezas serán almacenadas en lotes, que serán constituidos por el número de piezas que sean objeto de una presentación. El peso total de un lote no deberá exceder de 3000 kilogramos.

2. Para asegurarse que los productos utilizados pala fabricación de las piezas corresponden exactamente al tipo de acero exigido, se efectuarán las pruebas siguientes (una por lote), debiéndose respetar los requisitos indicados en 001.F.04.c.01:

   — Prueba de tracción.

   — Prueba de doblado.

   — Análisis químico.

   — Determinación de la resiliencia.

   Las muestras para prueba se tomarán ya sea del sitio de almacenamiento o de piezas recién terminadas, a elección del Representante, el que podrá aceptar si lo juzga conveniente un certificado de laminado por colada; en este caso, la nota de presentación en recepción debe indicar que el metal es de la calidad definida por la presente especificación.

   a) Prueba de tracción. Esta prueba se realizará sobre una probeta estándar o proporcional de acuerdo a lo indicado en la norma NOM B-172.

   b) Prueba de doblado. El doblado de la probeta será llevado hasta 180°, respetando el procedi-

miento que indica la norma NOM B-172. El tamaño del mandril o espesor de la cuña a utilizar dependerá del espesor de la probeta "e" Se adoptarán las dimensiones siguientes:

Si e $\leq$ 16 mm, espesor de la cuña = e.

Si 16 $<$ e $\leq$ 50 mm, espesor de la cuña = 1.5 e.

c) Análisis químico. El análisis se realizará al producto terminado y de acuerdo a lo indicado en la norma NOM B-1.

d) Determinación de la resiliencia. La probeta será preparada con una muesca en "U" respetando lo indicado en la norma NOM B-172.

3. La verificación geométrica de las piezas, así como el control de las soldaduras, serán efectuados en un número de piezas que juzgue conveniente el Representante de acuerdo a las observaciones que él haya hecho acerca de la regularidad de la fabricación. Las piezas se verificarán por medio de anillos machos, calibradores y escantillones aprobados, y el costo de estos instrumentos estará a cargo del proveedor.

Las tolerancias dimensionales que no sean indicadas en los planos autorizados deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

a) Entre superficies sin maquinar y entre superficies maquinadas, serán de acuerdo a la tabla 001-29.

Tabla 001-29. Tolerancias dimensionales

Cota, en mm	Tolerancias, en mm, en una cota entre dos superficies sin maquinar (o entre una superficie sin maquinar y una maquinada)	Tolerancias, en mm, en una cota entre dos superficies maquinadas
3	± 1	± 0.15
De 3 a 6	± 1	± 0.20
De 6 a 9	± 1	± 0.25
De 9 a 18	± 1	± 0.30
De 18 a 32	± 1	± 0.35
De 32 a 50	± 1.5	± 0.45
De 50 a 80	± 2	± 0.50
De 80 a 120	± 2.5	± 0.60
De 120 a 180	± 3	± 0.70
De 180 a 260	± 4	± 0.75
De 260 a 360	± 5	± 0.85
Mayores de 360	± 6	± 0.95

b) En la distancia entre dos barrenos de fijación: ± 1 mm. Las tolerancias relativas a las distancias no podrán acumularse. Las mismas deberán ser rigurosamente respetadas entre dos orificios cualquiera, sean éstos consecutivos o no.

c) En el diámetro de los orificios taladrados: ± 0.5 milímetros.

4. Para comprobar la calidad de las soldaduras, el Representante podrá proceder a realizar pruebas complementarias de tracción y de doblado, sobre muestras soldadas en condiciones idénticas a las de las piezas recepcionadas.

001.F.04.c.04 Criterio de aceptación

Toda característica no conforme a las condiciones exigidas dará lugar al rechazo del lote correspondiente. Sin embargo, si una probeta no satisface las condiciones impuestas, el Representante podrá autorizar dos extracciones para pruebas complementarias del mismo tipo. El lote será aceptado, si las dos pruebas complementarias son satisfactorias. De lo contrario el lote será rechazado. Asimismo, el lote será rechazado si las piezas examinadas presentan soldaduras defectuosas o no cumplen con las dimensiones establecidas.

001.F.04.c.05 Garantía

El proveedor garantiza sus piezas durante un periodo de dos años contados a partir de su puesta en servicio en las vías, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso durante más de cuatro años contados a partir de la fecha de entrega (fecha indicada en las piezas).

Toda pieza que durante este periodo se deteriore por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

A petición del proveedor, la pieza defectuosa le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.F.04.c.06 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.F.05 RECEPCION DE LOS APARATOS DE VIA COMPLETOS Y REFACCIONES

001.F.05.a DESCRIPCION

Se describe el conjunto de condiciones que se deben cumplir para la aceptación de los aparatos de vía completos y de sus refacciones, destinados a equipar las vías del Metro de la Ciudad de México.

Los aparatos a recepcionar son de dos tipos:

Tangente 0.13 con agujas flexibles.

Tangente 0.20 con agujas articuladas.

La presente especificación es aplicable a los aparatos de vía en lo que se refiere al control del trazado, de los ensambles, del montaje, de la maniobra, de la marcación y de la identificación.

Queda entendido que los maderos y partes metálicas que constituyen estos aparatos han sido previamente recibidos con los respectivos proveedores, aplicando las prescripciones de las especificaciones correspondientes.

1. Todo aparato de vía, o grupo de aparatos, o elemento de aparato, antes de su expedición, deberá ser montado "en blanco" en los talleres y deberá someterse a una recepción conforme a las reglas de la presente especificación.

2. Las refacciones se controlarán de la misma forma que los herrajes de aparatos de vía.

001.F.05.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Durmientes y piezas de madera para los aparatos de vía	4.02.01.001.B.03
Pista metálica francesa	4.02.01.001.C.01
Pista metálica con acero A-36	4.02.01.001.C.02
Riel nuevo	4.02.01.001.C.03
Tirafondos para durmientes de madera	4.02.01.001.D.06
Tornillos y tuercas para vía	4.02.01.001.D.10
Pequeño material aislante para vía y aparatos de vía	4.02.01.001.E.01
Perfiles aislantes de material plástico	4.02.01.001.E.02
Planchuelas aislantes de madera laminada impregnada de resinas sintéticas	4.02.01.001.E.03
Piezas moldeadas de acero no aleado	4.02.01.001.F.01
Piezas de acero forjado	4.02.01.001.F.02
Piezas moldeadas de acero al manganeso	4.02.01.001.F.03
Piezas soldadas de acero no aleado	4.02.01.001.F.04
Planchuelas metálicas para rieles, pistas y aparatos de vía	4.02.01.001.H

001.F.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

La presentación para la recepción se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones siguientes:

1. Aparatos de vía completos. La presentación para la recepción se hará en un banco de prueba o en un área convenientemente nivelada, con colocación de las piezas de madera, a manera de asegurar la nivelación superior de los rieles y el enderezado a $\pm$ 2 mm cerca de las líneas marcadas trazadas en las piezas de madera y que materializan la posición de la fila exterior rectilínea. Para esta presentación, cada aparato, grupo de aparatos o cada elemento de aparato por recibir estará siempre completamente montado con maniobra y cerrojo inclusive, es decir, que todos los elementos metálicos serán colocados en los maderos previamente emplantillados y perforados, con la condición que el apriete de las sujeciones (tirafondos y pernos), sea ejecutado como se indica a continuación:

   — Agujas y desvíos sencillos: apriete completo de todas las fijaciones.

   — Otros elementos de aparatos: apriete ligero de todas las fijaciones.

   Junto con cada aparato de vía se entregarán en cinco ejemplares como mínimo los siguientes documentos:

   — Lista del contenido de cada bulto.

— Plano de deslinde y de marcación.

2. Refacciones y herrajes de aparatos. Antes de proceder a la verificación del trazado de un riel maquinado, deberá considerarse lo establecido en 4.02.01.001.C.03 de estas especificaciones. La pieza terminada no debe tener ninguna huella de golpes de prensa.

001.F.05.c.01 Verificación de los aparatos completos

1. La verificación de los aparatos de vía se hará partiendo de los documentos siguientes:

   — Un plano de conjunto del aparato.

   — Un plano de colocación del aparato.

   La ejecución correcta del montaje se verifica en primer lugar por control visual del conjunto, que debe ser conforme al plano de colocación. Esta verificación concierne a la calidad del montaje.

   La verificación del trazado se hace tomando como líneas y superficies de referencia, las líneas directrices y las superficies de rodamiento definidas por los estudios y dibujos:

   — Las longitudes se miden con un decámetro o con una cinta graduada.

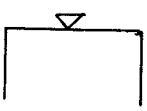
   — Las gargantas se verifican con un calibrador o con una regla graduada.

   — El enderezado se verifica con el cordel; las flechas en los puntos particulares se miden por medio de un calibrador graduado.

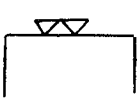
   — Los anchos de vía, las cotas de protección de las puntas, de ajuste o de compresión de los contrarrieles, se controlan mediante reglas especiales.

   Las cotas y tolerancias están indicadas en los planos correspondientes y en las hojas de recepción (figs 001-102 a 001-107 y tablas 001-30 a 001-35).

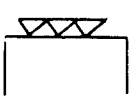
2. Verificaciones preliminares. Tienen por objeto asegurar que el trabajo ha sido ejecutado adecuadamente y que todas las indicaciones de los planos han sido respetadas, en particular la calidad de los maquinados que han sido indicados en los planos por medio de símbolos y cuyo significado se define a continuación:



Superficie bien maquinada que tiene buen aspecto y que puede utilizarse como superficie de contacto para los montajes fijos.



Superficie labrada sin exigencias especiales de calidades de rodamiento pera con exigencia de corrección geométrica que puede necesitar un acabado después del maquinado con herramienta.



Superficie labrada de buena corrección geométrica y de buena calidad de rodamiento.

A falta de símbolo de maquinado, las superficies podrán ser en bruto (sin maquinar), a condición que satisfagan suficientemente las condiciones de forma y de aspecto. Deberán ser retocadas superficialmente en el caso contrario.

Estas verificaciones conciernen especialmente a lo siguiente:

a) Maderos (durmientes de madera). Considerando su posición, los durmientes deberán cumplir con las condiciones indicadas en 4.02.01.001.B.03 de estas especificaciones y serán del tipo establecido en los planos, incluyendo las ensambladuras y los emplantillados previstos.

b) Herrajes. Los rieles, las agujas, los corazones y las piezas moldeadas deberán satisfacer las condiciones mencionadas en las especificaciones correspondientes incluidas en estas referencias y las indicaciones anotadas en los planos. Los maquinados de las agujas deberán ser controlados de acuerdo con lo indicado en 001.F.05.c.02. Las pistas contra-agujas de un mismo semicambio de agujas deberán recibirse en la fábrica del proveedor, montadas juntas y verificadas con una aguja correspondiente, la cual será fijada en condiciones normales. Las agujas y el material de embridado necesarios para esta recepción serán suministrados por la empresa encargada del montaje en blanco del aparato.

c) Ejecución del montaje. Esta verificación concierne especialmente a los elementos de aparatos como son los cambios de agujas y las intersecciones según se indica en 001.F.05.c en lo siguiente:

   — Los pernos deben ser apretados.

   — Los tirafondos deben ser apretados normalmente y no inclinados de la manera indicada en 001.F.05.c.

   — Los topes y los separadores deben ser fijados correctamente.

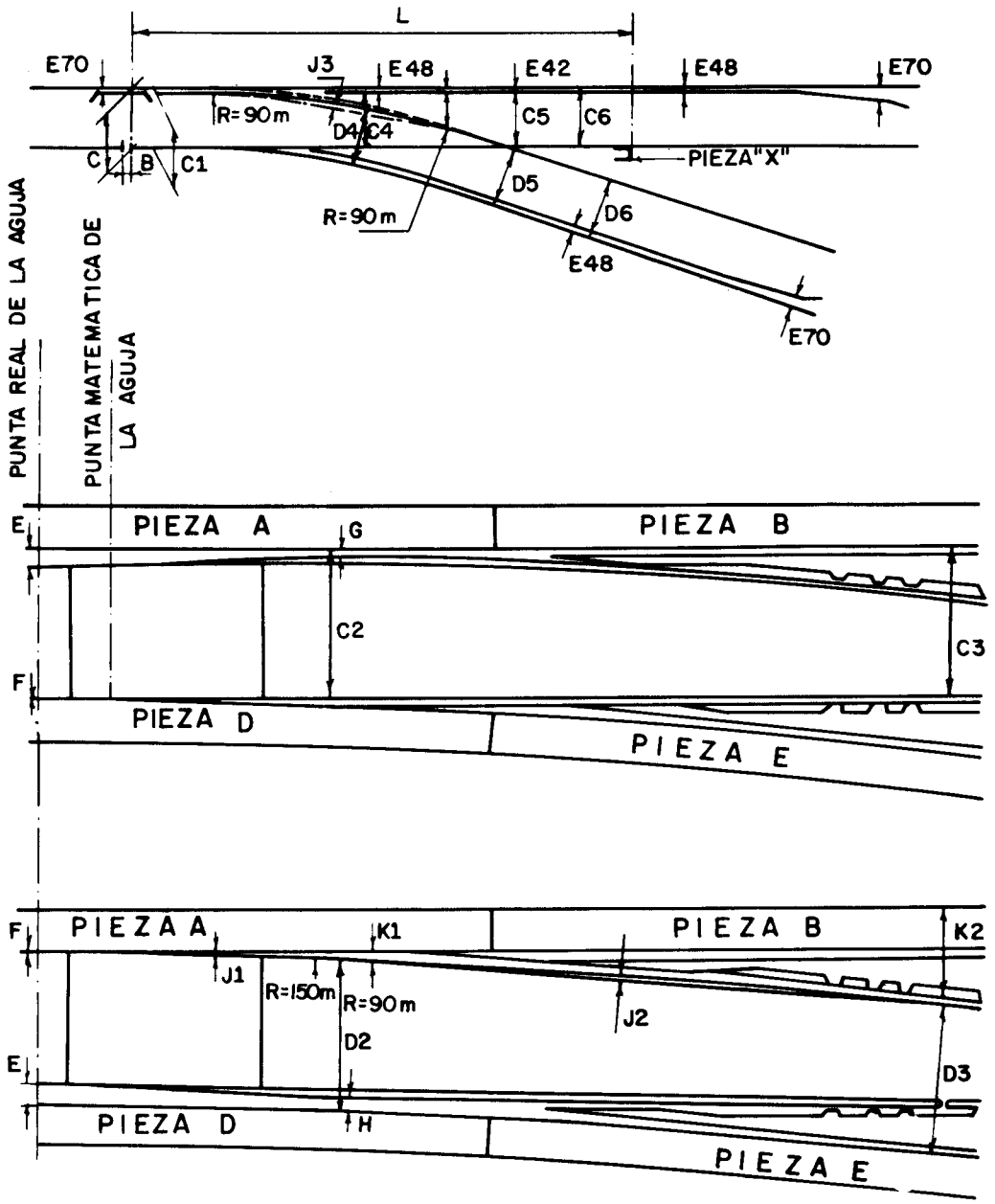
d) Marcación. La marcación se ejecutará de izquierda a derecha viendo el aparato en el sentido creciente de la numeración de los maderos.

Los maderos llevarán marcados en hueco:

— Su número de orden en el plano de conjunto.

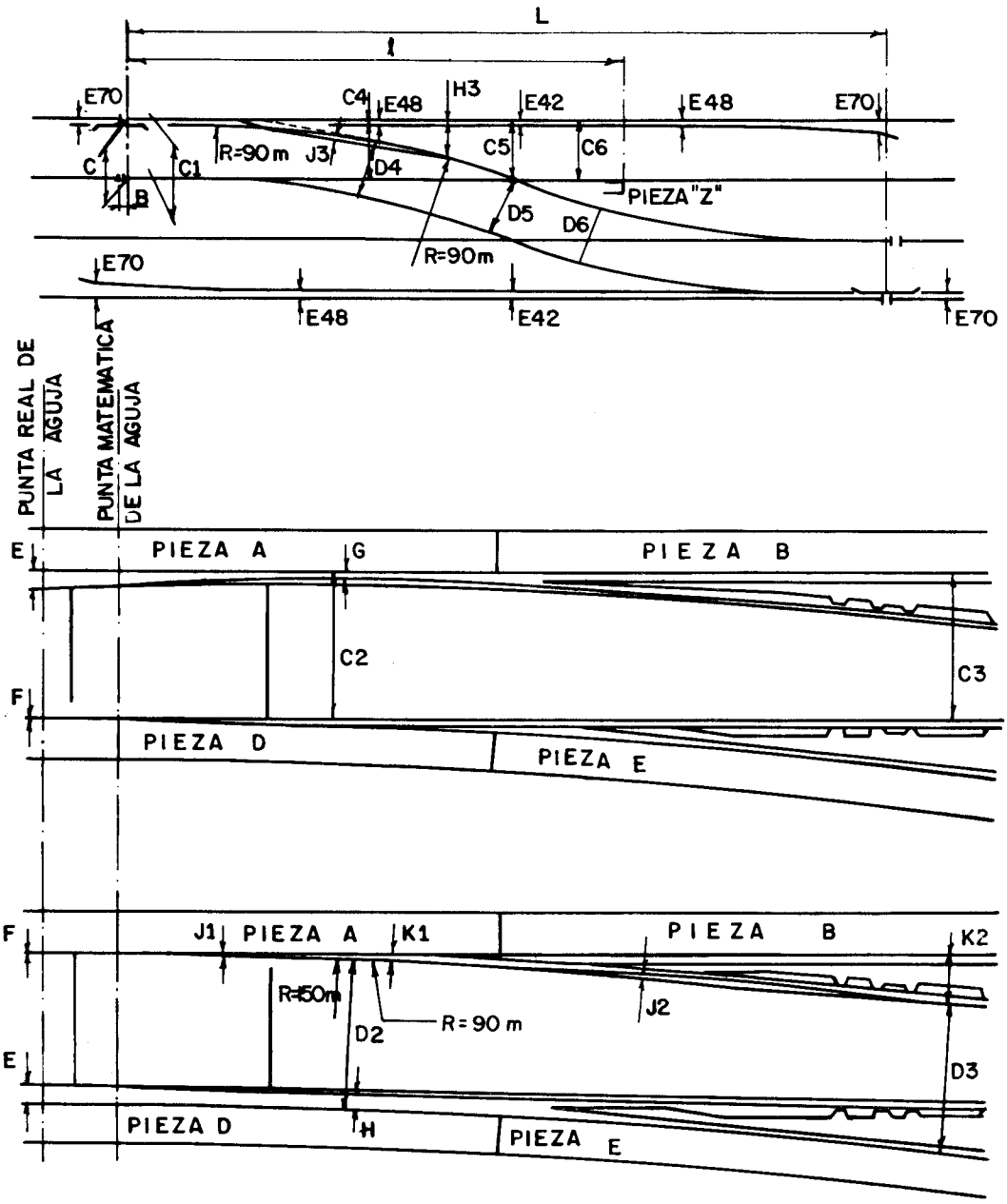
— El número del aparato indicado en el plano de colocación.

Las piezas metálicas llevarán pintada una marca de identificación seguida del número del aparato. Una raya de pintura en el patín de los rieles exteriores y que continúe en los durmientes, permitirá la identificación de estos últimos. Las juntas se numerarán con un mismo número en el hongo de los dos extremos de rieles que constituyen la junta.



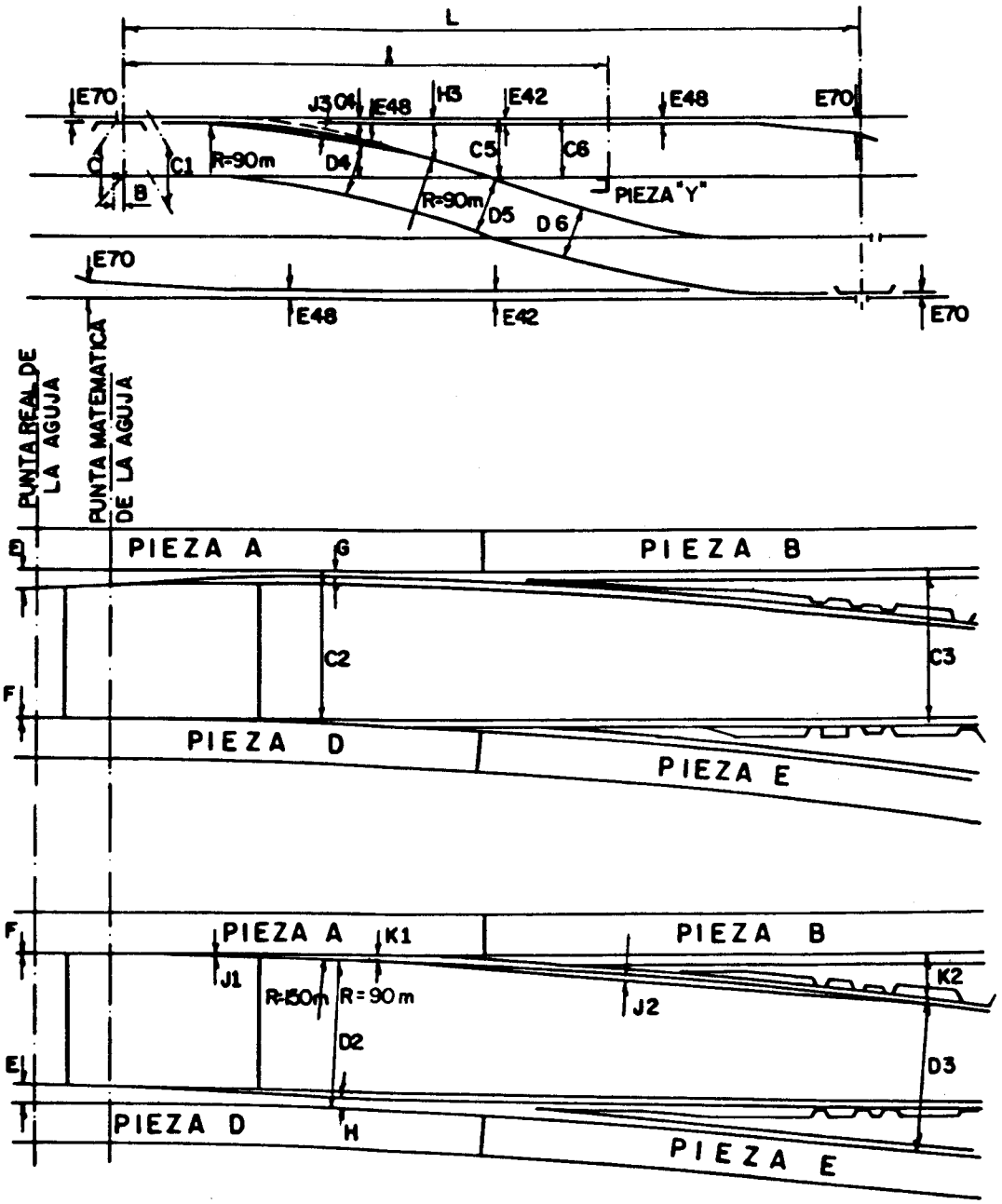
NOTA : PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-30

Fig 001-102 Plano de conjunto. Desvío tan 0.13



NOTA: PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-31

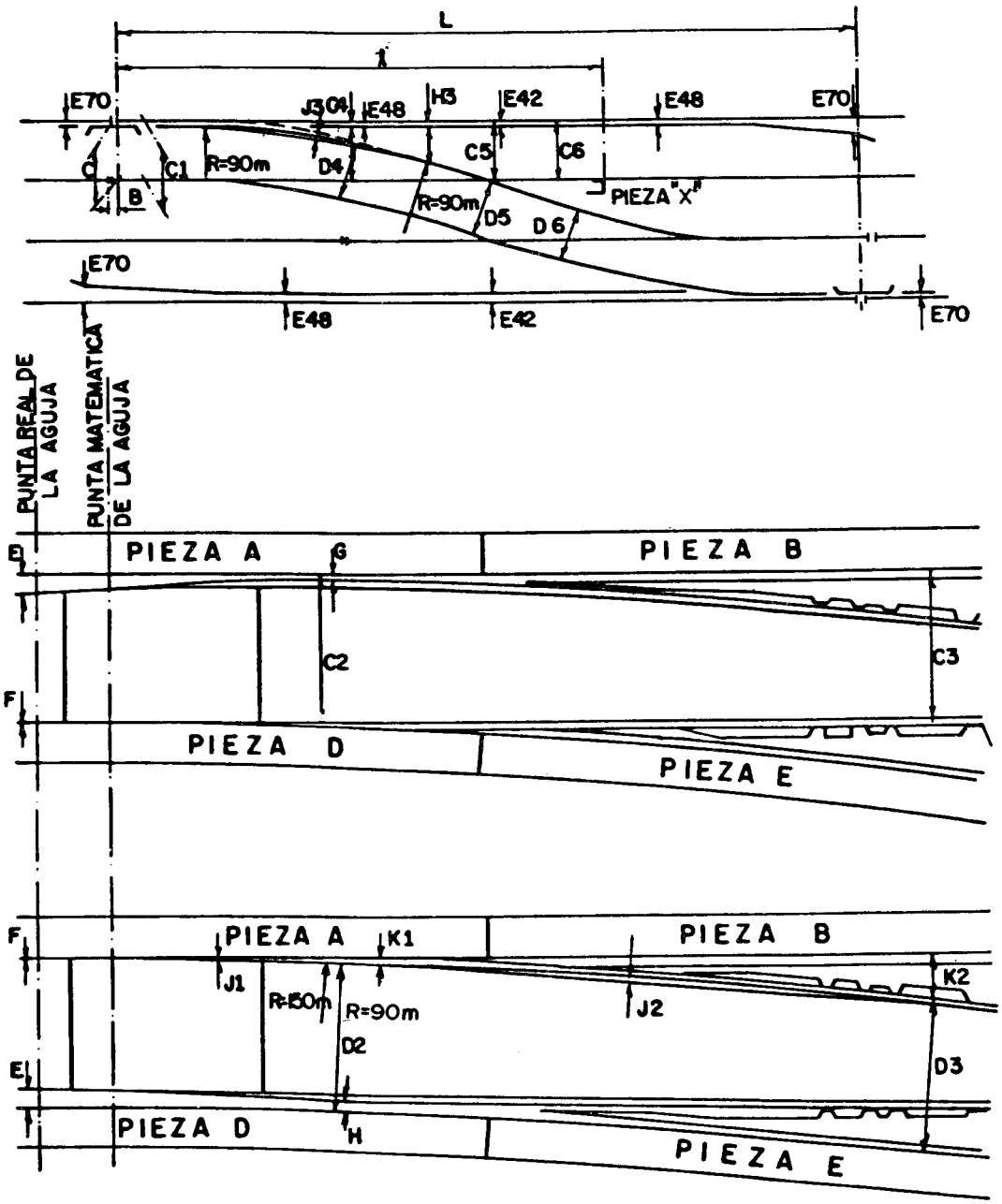
Fig 001-103 Plano de conjunto. Comunicación tan 0.13 a entrevía de 2.90 m



NOTA:

PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-32

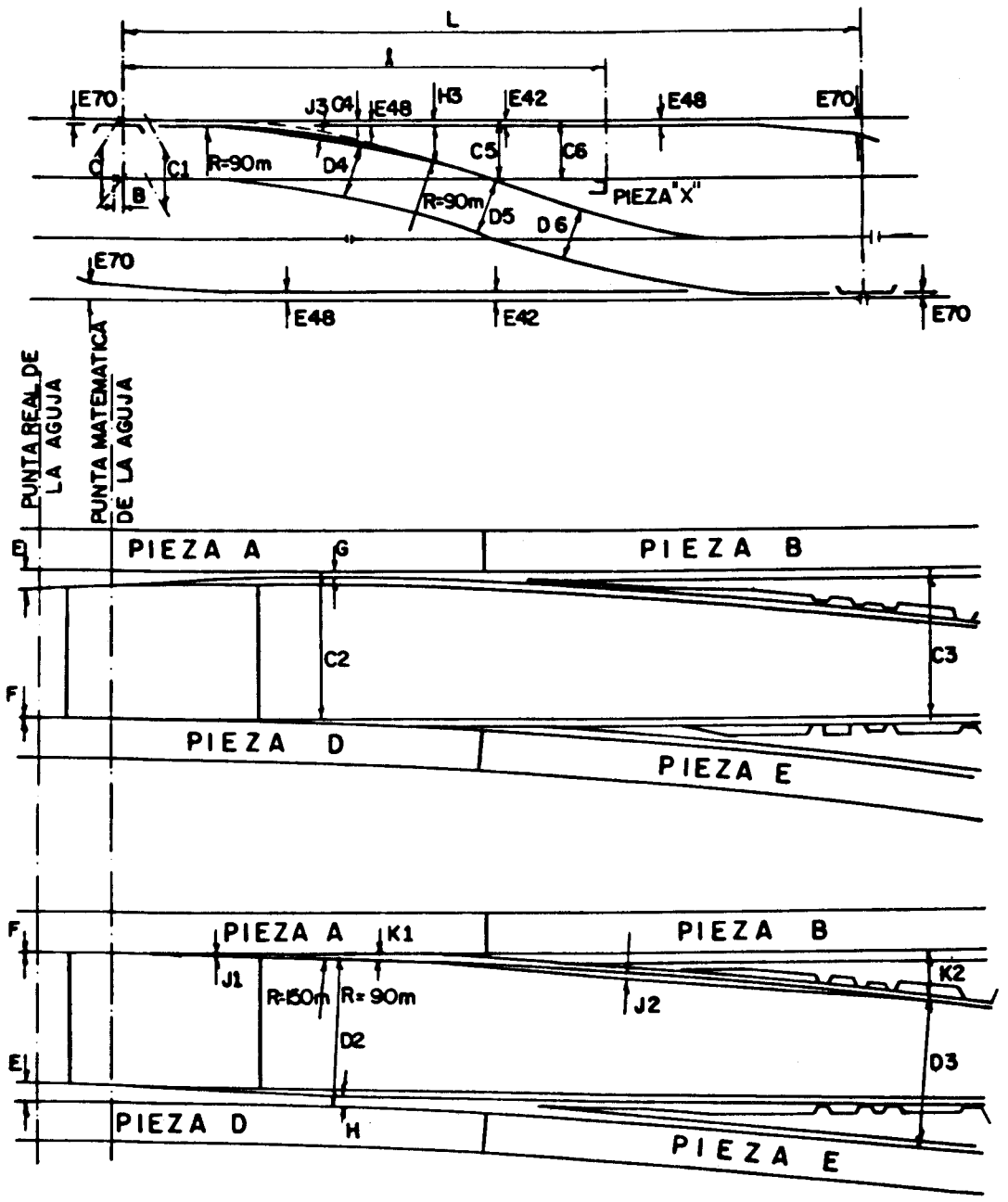
Fig 001-104 Plano de conjunto. Comunicación tan 0.13 a entrevía de 3.15 m



NOTA:

PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-33

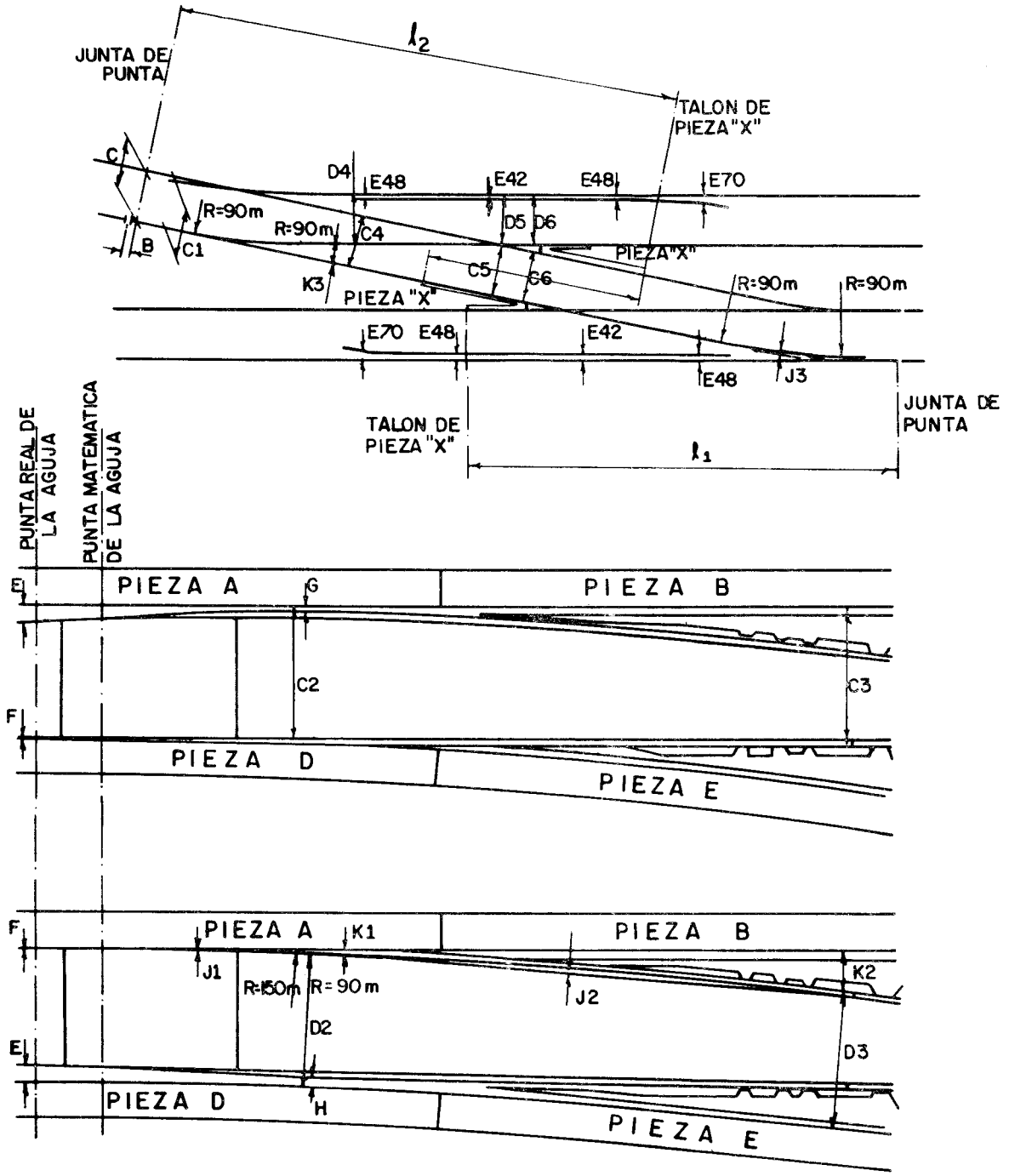
Fig 001-105 Plano de conjunto. Comunicación tan 0.13 a entrevía de 3.35 m



NOTA:

PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-34 (a)

Fig 001 - 106(a) Plano de conjunto. Comunicación tan 0.13 a entrevía de 4.20m



NOTA:

PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-34 (b)

Fig 001-106(b) Plano de conjunto. Comunicación cruzada tan 0.13 a entrevía de 4.20m

Tabla 001-30. Hoja de recepción para el desvío tan 0.13

Desviación:_____
Fecha de recepción:_____
Vo. Bo. del recepcionista:_____

Medidas que hay que levantar	Vía directa		Vía desviada		Tolerancia en mm
	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	
1. Largo del aparato: (de la junta de punta de la pieza A al talón de la pieza X)	25.912 m				0, +8
2. Escuadrado de los extremos: B					5
3. Trocha de la vía					
— En la junta de punta: C	1.435 m				+ 2, −3
— En la punta de las agujas: C1	1.437 m				+ 2, −3
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	1.435 m		1.449 m		+ 2, −3
— En el talón de agujas: C3 Vía directa; D3 Vía desviada	1.435 m		1.441 m		+ 2, −3
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	1.435 m		1.439 m		+ 2, −3
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	1.435 m		1.439 m		+ 2, −3
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	1.435 m		1.439 m		+ 2, −3
4. Abertura de las agujas en la punta					
— Aguja abierta: E	150 mm		150 mm		±10
— Aguja cerrada: F	0		0		+ 1
— Verificación de la posición de las agujas (sobre los topes y las superficies de deslizamiento)					
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta					
— Lado aguja curva: G	74 mm				±10
— Lado aguja rectilínea: H			87 mm		±10
— En el sitio de los separadores: E 42	42 mm				0, −1
— En el sitio de los separadores: E 48	48 mm		48 mm		0, −1
— En el sitio de los separadores: E 70	70 mm		70 mm		0, −1
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles	110 mm		110 mm		
6. Verificación de los obstáculos al final de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)	77 mm		77 mm		
7. Curvatura de la vía desviada en la aguja curva cerrada					
— Flecha en el radio de 150 m: J1			6 mm		± 1
— Flecha en el radio de 90m: J2			46 mm		± 3
— Flecha total del radio de 90 m: desde el final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3			98 mm		± 3
8. Ordenadas sobre la aguja curva cerrada					
— Frente al final de los cepillados: K1			73 mm		
— En el talón de las agujas: K2			462 mm		
— Al término de la curva R 90 m, sobre el riel diagonal curvo; K3			766,5 mm		
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores					
10. Enderezamiento					
— En el medio de los rieles diagonales					2
— En la intersección (500 mm, después de la punta de corazón)					2
11. Posición de las juntas aislantes					

Tabla 001-35. Hoja de recepción para el desvío tan 0.20

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo.Bo. del recepcionista: _____

Medidas que hay que levantar	Vía directa		Vía desviada		Tolerancia en mm
	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	
1. Largo del aparato: L	20.392 m				0, −8
2. Escuadrado de los extremos en la punta: B	0				5
en el talón: B	0		0		5
3. Trocha de la vía					
— En la punta de las agujas: C1 Vía directa; D1 Vía desviada	1.435 m		1.435 m		+ 2, −3
— Al final de los cepillados: C1 Vía directa; D1 Vía desviada	1.435 m		1.435 m		+ 2, −3
— En el talón de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	1.435 m		1.435 m		+ 2, −3
— En el talón de las piezas B y E: C3 Vía directa; F Vía desviada	1.435 m		1.437 m		+ 2, −3
— En la punta del corazón: C4 Vía directa; G Vía desviada	1.435 m		1.439 m		+ 2, −3
— En el talón del corazón: C5 Vía directa; D3 Vía desviada	1.435 m		1.435 m		+ 2, −3
4. Abertura de las agujas en la punta					
— Aguja abierta: H	130 mm		130 mm		±10
— Aguja cerrada: I	0		0		
— Verificación de la posición de las agujas (sobre los topes y las superficies de deslizamiento)					
5. Carriles al final del cepillado agujas en posición abierta: J'	66 mm		66 mm		± 5
— En el talón de las agujas: J	67 mm		67 mm		0, −1
— En el sitio de los separadores: E 42	42 mm				0, −1
— En el sitio de los separadores: E 48	48 mm		48 mm		0, −1
— En el sitio de los separadores: E 70	70 mm		70 mm		
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles	110 mm		110 mm		
6. Verificación de los obstáculos al final del carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)	77 mm		77 mm		
7. Curvatura de la vía desviada					
— Del punto tangente lado aguja al punto tangente lado corazón: K			176 mm		± 3
8. Taladro de los extremos de los rieles exteriores					
9. Enderezamiento					
— En el talón de las agujas					2
— En el talón de las piezas de molde B y E					2
— En el centro de los rieles diagonales					2
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)					
10. Largo a partir del borde de rodamiento de las cabezas de durmientes 6 y 9.	970 mm		970 mm		
3, 12, 15, 18, 21, 24, 27 y 30	870 mm		870 mm		
11. Posición de las juntas aislantes					
12. Material para juntas aislantes y ordinarias					

Tabla 001-31. Hoja de recepción para la comunicación tan 0.13 a entrevía de 2.90 m

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo. Bo. del recepcionista: _____

I. Dimensiones Generales de la comunicación	Tolerancia en mm	Cota normal	Cota levantada	Observaciones
1. Largo total de la comunicación: L	+10	36.800 m		
2. Entrevía de borde a borde de rodamiento				
— En el talón de las piezas Z	± 5	1.465 m		
— En la junta de punta de los corazones	± 5	1.465 m		

II. Dimensiones propias de cada aparato	Tolerancia en mm	Aparato número				Aparato número			
		Vía directa		Vía desviada		Vía directa		Vía desviada	
		Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada
1. Largo del aparato: L (de la junta de punta al talón de la pieza Z)	0, −8	26.200 m				26.200 m			
2. Escuadrado de los extremos: B	+ 5								
3. Trocha de la vía									
— En las juntas de punta: C	+ 2, −3	1.435 m				1.435 m			
— En la punta de las agujas: C1	+ 2, −3	1.437 m				1.437 m			
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.449 m		1.435 m		1.449 m	
— En el talón de agujas: C3 Vía directa; D3 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.441 m		1.435 m		1.441 m	
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
4. Abertura de las agujas en la punta									
— Aguja abierta: E	±10	150 m		150 m		150 m		150 m	
— Aguja cerrada: F	+ 1	0		0		0		0	
— Verificación de la posición de las agujas (sobre los topes y las superficies de deslizamiento)									
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta									
— Lado aguja curva: G	±10	74 mm				74 mm			
— Lado aguja rectilínea: H	±10			87 mm				87 mm	
— En el sitio de los separadores E 42 y E 48	0, +1	42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm	
— En el sitio de los separadores E 70	0, +1	70 mm		70 mm		70 mm		70 mm	
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles		110 mm		110 mm		110 mm		110 mm	
6. Verificación de los obstáculos al fondo de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)		77 mm		77 mm		77 mm		77 mm	
7. Curvatura de la vía desviada en la aguja curva cerrada									
— Flecha en el radio de 150 m: J1	± 1			6 mm				6 mm	
— Flecha en el radio de 90 m: J2	± 3			46 mm				46 mm	
— Flecha total del radio de 90 m desde el final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3	± 3			98 mm				98 mm	
8. Ordenadas sobre la aguja curva cerrada									
— Frente al final de los cepillados: K1				73 mm				73 mm	
— En el talón de las agujas: K2				462 mm				462 mm	
— Al término de la curva R 90 m sobre el riel diagonal curvo: K3				766.5 mm				766.5 mm	
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores									
10. Enderezamiento									
— En el medio de los rieles diagonales	+ 2								
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)	+ 2								
11. Posición de las juntas aislantes									

Tabla 001-32. Hoja de recepción para la comunicación tan 0.13 a entrevía de 3.15 m

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo. Bo. del recepcionista: _____

I. Dimensiones Generales de la comunicación	Tolerancia en mm	Cota normal	Cota levantada	Observaciones
1. Largo total de la comunicación: L	+10	38.723 m		
2. Entrevía de borde a borde de rodamiento				
— En el talón de las piezas Y	± 5	1.715 m		
— En la junta de punta de los corazones	± 5	1.715 m		

II. Dimensiones propias de cada aparato	Tolerancia en mm	Aparato número				Aparato número			
		Vía directa		Vía desviada		Vía directa		Vía desviada	
		Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada
1. Largo del aparato: L (de la junta de punta al talón de la pieza Y)	0, −8	26.623 m				26.623 m			
2. Escuadrado de los extremos: B	+ 5								
3. Trocha de la vía									
— En las juntas de punta: C	+ 2, −3	1.435 m				1.435 m			
— En la punta de las agujas: C1	+ 2, −3	1.437 m				1.437 m			
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.449 m		1.435 m		1.449 m	
— En el talón de agujas: C3 Vía directa; D3 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.441 m		1.435 m		1.441 m	
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
4. Abertura de las agujas en la punta									
— Aguja abierta: E	±10	150 m		150 m		150 m		150 m	
— Aguja cerrada: F	+ 1	0		0		0		0	
— Verificación de la posición de las agujas (sobre los topes y las superficies de deslizamiento)									
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta									
— Lado aguja curva: G	±10	74 mm				74 mm			
— Lado aguja rectilínea: H	±10			87 mm				87 mm	
— En el sitio de los separadores E 42 y E 48	0, +1	42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm	
— En el sitio de los separadores E 70	0, +1	70 mm		70 mm		70 mm		70 mm	
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles		110 mm		110 mm		110 mm		110 mm	
6. Verificación de los obstáculos al fondo de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)		77 mm		77 mm		77 mm		77 mm	
7. Curvatura de la vía desviada en la aguja curva cerrada									
— Flecha en el radio de 150 m: J1	± 1			6 mm				6 mm	
— Flecha en el radio de 90 m: J2	± 3			46 mm				46 mm	
— Flecha total del radio de 90 m desde el final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3	± 3			98 mm				98 mm	
8. Ordenadas sobre la aguja curva cerrada									
— Frente al final de los cepillados: K1				73 mm				73 mm	
— En el talón de las agujas: K2				462 mm				462 mm	
— Al término de la curva R 90 m sobre el riel diagonal curvo: K3				766.5 mm				766.5 mm	
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores									
10. Enderezamiento									
— En el medio de los rieles diagonales	+ 2								
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)	+ 2								
11. Posición de las juntas aislantes									

Tabla 001-33. Hoja de recepción para la comunicación tan 0.13 a entrevía de 3.35 m

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo. Bo. del recepcionista: _____

I. Dimensiones Generales de la comunicación	Tolerancia en mm	Cota normal	Cota levantada	Observaciones
1. Largo total de la comunicación: L	+10	40.261 m		
2. Entrevía de borde a borde de rodamiento				
— En el talón de las piezas X	± 5	1.915 m		
— En la junta de punta de los corazones	± 5	1.915 m		

II. Dimensiones propias de cada aparato	Tolerancia en mm	Aparato número				Aparato número			
		Vía directa		Vía desviada		Vía directa		Vía desviada	
		Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada
1. Largo del aparato: L (de la junta de punta al talón de la pieza X)	0, −8	25.912 m				25.912 m			
2. Escuadrado de los extremos: B	+ 5								
3. Trocha de la vía									
— En las juntas de punta: C	+ 2, −3	1.435 m				1.435 m			
— En la punta de las agujas: C1	+ 2, −3	1.437 m				1.437 m			
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.449 m		1.435 m		1.449 m	
— En el talón de agujas: C3 Vía directa; D3 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.441 m		1.435 m		1.441 m	
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
4. Abertura de las agujas en la punta									
— Aguja abierta: E	±10	150 m		150 m		150 m		150 m	
— Aguja cerrada: F	+ 1	0		0		0		0	
— Verificación de la posición de las agujas (sobre los topes y las superficies de deslizamiento)									
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta									
— Lado aguja curva: G	±10	74 mm				74 mm			
— Lado aguja rectilínea: H	±10			87 mm				87 mm	
— En el sitio de los separadores E 42 y E 48	0, +1	42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm	
— En el sitio de los separadores E 70	0, +1	70 mm		70 mm		70 mm		70 mm	
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles		110 mm		110 mm		110 mm		110 mm	
6. Verificación de los obstáculos al fondo de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)		77 mm		77 mm		77 mm		77 mm	
7. Curvatura de la vía desviada en la aguja curva cerrada									
— Flecha en el radio de 150 m: J1	± 1			6 mm				6 mm	
— Flecha en el radio de 90 m: J2	± 3			46 mm				46 mm	
— Flecha total del radio de 90 m desde el final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3	± 3			98 mm				98 mm	
8. Ordenadas sobre la aguja curva cerrada									
— Frente al final de los cepillados: K1				73 mm				73 mm	
— En el talón de las agujas: K2				462 mm				462 mm	
— Al término de la curva R 90 m sobre el riel diagonal curvo: K3				766.5 mm				766.5 mm	
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores									
10. Enderezamiento									
— En el medio de los rieles diagonales	+ 2								
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)	+ 2								
11. Posición de las juntas aislantes									

Tabla 001-34(a). Hoja de recepción para la comunicación tan 0.13 a entrevía de 4.20 m

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo. Bo. del recepcionista: _____

I. Dimensiones Generales de la comunicación	Tolerancia en mm	Cota normal	Cota levantada	Observaciones	
1. Largo total de la comunicación: L	+10	46.800 m		46.800 m	
2. Entrevía de borde a borde de rodamiento					
— En el talón de las piezas X	± 5	2.765 m		2.765 m	
— En la junta de punta de los corazones	± 5	2.765 m		2.765 m	

II. Dimensiones propias de cada aparato	Tolerancia en mm	Aparato número				Aparato número			
		Vía directa		Vía desviada		Vía directa		Vía desviada	
		Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada
1. Largo del aparato: L (de la junta de punta al talón de la pieza X	0, −8	25.912 m				25.912 m			
2. Escuadrado de los extremos: B	5								
3. Trocha de la vía									
— En las juntas de punta: C	+ 2, −3	1.435 m				1.435 m			
— En la punta de las agujas: C1	+ 2, −3	1.437 m				1.437 m			
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.449 m		1.435 m		1.449 m	
— En el talón de agujas: C3 Vía directa; D3 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.441 m		1.435 m		1.441 m	
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	+ 2, −3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
4. Abertura de las placas de agujas en la punta									
— Placas de aguja abierta: E	+10	150 mm		150 mm		150 mm		150 mm	
— Placas de aguja cerrada: F	+ 1	0		0		0		0	
— Verificación de la sujeción de las agujas (sobre los troqueles y las superficies de deslizamiento)									
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta									
— Lado placa de aguja curva: G	+ 10	74 mm				74 mm			
— Lado placa de aguja rectilínea: H	±10	87 mm				87 mm			
— En el sitio de los tirantes E 42 y E 48	0, + 1	42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm	
— En el sitio de los tirantes E 70	0, + 1	70 mm		70 mm		70 mm		70 mm	
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles		110 mm		110 mm		110 mm		110 mm	
6. Verificación de los abstáculos al final de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)		77 mm		77 mm		77 mm		77 mm	
7. Curvatura de la vía desviada sobre la placa de aguja curva cerrada									
— Flecha en el radio de 150 m: J1	± 1			6 mm				6 mm	
— Flecha en el radio de 90 m: J2	± 3			46 mm				46 mm	
— Flecha total del radio de 90 m del final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3	± 3			98 mm				98 mm	
8. Ordenadas sobre la placa de aguja curva cerrada									
— En el sitio del terminado de los cepillados: K1				73 mm				73 mm	
— En el talón de las agujas: K2				462 mm				462 mm	
— Al término de la curva R 90 m sobre el riel diagonal curvo: K3				766.5 mm				766.5 mm	
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores									
10. Enderezamiento									
— En el medio de los rieles diagonales	2								
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)	2								
11. Posición de las juntas aislantes									

Tabla 001-34(b). Hoja de recepción para la comunicación cruzada tan 0.13 a entrevía de 4.20 m

Desviación: _____
Fecha de recepción: _____
Vo. Bo. del recepcionista: _____

I. Dimensiones Generales de la comunicación	Tolerancia en mm	Cota normal	Cota levantada	Observaciones			
1. Largo total de la comunicación: L	+ 10	7.893 m				7.893 m	
2. Entrevía de borde a borde de rodamiento							
— En el talón de las piezas X: L	± 5	2.765 m				2.765 m	
— En la junta de punta de los corazones	± 5	2.765 m				2.765 m	

II. Dimensiones propias de cada aparato	Tolerancia en mm	Aparato número				Aparato número			
		Vía directa		Vía desviada		Vía directa		Vía desviada	
		Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada	Cota normal	Cota levantada
1. Largo del aparato: L (de la junta de punta al talón de la pieza X	0, − 8	25.912 m				25.912 m			
2. Escuadrado de los extremos: B	5								
3. Trocha de la vía									
— En las juntas de punta: C	+ 2, − 3	1.435 m				1.435 m			
— En la punta de las agujas: C1	+ 2, − 3	1.437 m				1.437 m			
— Al final de los cepillados de las agujas: C2 Vía directa; D2 Vía desviada	+ 2, − 3	1.435 m		1.449 m		1.435 m		1.449 m	
— En el talón de las piezas B y E: C4 Vía directa; D4 Vía desviada	+ 2, − 3	1.435 m		1.441 m		1.435 m		1.441 m	
— En el talón de la aguja: C3 Vía derecha; D3 Vía desviada	+ 2, − 3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En la punta del corazón: C5 Vía directa; D5 Vía desviada	+ 2, − 3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
— En el talón del corazón: C6 Vía directa; D6 Vía desviada	+ 2, − 3	1.435 m		1.439 m		1.435 m		1.439 m	
4. Abertura de las placas de agujas en la punta									
— Placas de aguja abierta: E	+ 10	150 mm		150 mm		150 mm		150 mm	
— Placas de aguja cerrada: F	+ 1	0		0		0		0	
— Verificación de la sujeción de las agujas (sobre los troqueles y las superficies de deslizamiento)									
5. Carriles entre pista contra-aguja y aguja en posición abierta									
— Lado placa de aguja curva: G	+ 10	74 mm				74 mm			
— Lado placa de aguja rectilínea: H	± 10	87 mm		87 mm		87 mm		87 mm	
— En el sitio de los tirantes E 42 y E 48	0, + 1	42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm		42-48 mm	
— En el sitio de los tirantes E 70	0, + 1	70 mm		70 mm		70 mm		70 mm	
— En la extremidad de la cruceta de los contrarrieles		110 mm		110 mm		110 mm		110 mm	
6. Verificación de los abstáculos al final de carril (77 mm mínimo del plano de rodamiento)		77 mm		77 mm		77 mm		77 mm	
7. Curvatura de la vía desviada sobre la placa de aguja curva cerrada									
— Flecha en el radio de 150 m: J1	+ 1			6 mm				6 mm	
— Flecha en el radio de 90 m: J2	+ 3			46 mm				46 mm	
— Flecha total del radio de 90 m del final de los cepillados de la aguja al punto tangente lado corazón sobre el riel diagonal curvo: J3	+ 3			98 mm				98 mm	
8. Ordenadas sobre la placa de aguja curva cerrada									
— En el sitio del terminado de los cepillados: K1				73 mm				73 mm	
— En el talón de las agujas: K2				462 mm				462 mm	
— Al término de la curva R 90 m sobre el riel diagonal curvo: K3				766.5 mm				766.5 mm	
9. Taladro de los extremos de los rieles exteriores									
10. Enderezamiento									
— En el medio de los rieles diagonales	2								
— En la intersección (500 mm después de la punta del corazón)	2								
11. Posición de las juntas aislantes									

3. Verificación del trazado. Dado que las juntas serán a escuadra a menos de 5 mm, la verificación se limitará al control de:

   — Los anchos de vía (tolerancia: + 2 mm, − 3 mm).

   — Las cotas de protección de intersecciones (tolerancia: + 2 mm, − 3 mm).

   — Los anchos de las gargantas.

   — Los obstáculos en el fondo de las gargantas (77 mm mínimo respecto al plano de rodamiento).

   Una vez que se hayan verificado las líneas básicas, se controlará el montaje del aparato, conforme al plano de conjunto.

   a) Longitud total de colocación (tolerancia: + 10 mm, − 0 mm).

      Se verificará con un decámetro o con una cinta graduada, después de haber comprobado su calibración correcta.

   b) Curvatura. Todas las curvaturas se verificarán por medio de un cordel y de un calibrador graduado o de una regla graduada por abscisas y ordenadas, según las tangentes y las líneas básicas. La verificación de la curvatura de los rieles y de las pistas intermedias curvas, se hará antes de su colocación.

4. Maniobra de las agujas. Se efectuarán las siguientes verificaciones mediante un calibrador graduado:

   — Las aberturas en punta de las agujas, tendrán los siguientes valores dependiendo del tipo de aparato: Tangente 0.13: 150 mm, Tangente 0.20: 130 mm.

   — Las gargantas entre agujas y pistas contra-agujas.

   Cada aparato será montado en blanco con su cerrojo (individual o axial). Su buen funcionamiento se verificará mediante una palanca que estará a cargo del proveedor.

5. Posiciones de las juntas aislantes. Deberán estar conforme a las indicaciones que aparecen en los planos.

6. Acta de recepción. El Representante deberá llenar una hoja de recepción por cada aparato o elemento de aparato con las cotas que él mida, las cuales anotará en la columna "cotas levantadas"; esta hoja de recepción deberá llevar el visto bueno del Representante y se anexará al conjunto de planos.

001.F.05.c.02 Verificación de las refacciones

Cada pieza o conjunto de piezas será motivo de un plano de ejecución que incluya todas las indicaciones necesarias para su realización.

1. Verificación de las agujas de los rieles y contrarrieles.

   a) Perforaciones. Se verificará:

      — El diámetro de los barrenos: Tolerancia + 0.5 mm.

      — La posición del eje de perforación respecto al plano de rodamiento: tolerancia, + 1 mm.

   Estas cotas se verificarán mediante escantillones aprobados por el Representante.

   b) Maquinados. Los maquinados deberán respetar las indicaciones y las cotas de los planos de ejecución. Estas verificaciones se efectuarán mediante escantillones aprobados por el Representante y que pueden ser como las indicadas en la fig 001-108. En la verificación de los anchos de maquinado de los patines se aceptará una tolerancia de + 0, − 2 mm; en el perfilado de los hongos, las tolerancias aceptadas serán: ± 0.5 mm para la posición relativa de las dos acepilladuras, + 0 mm, − 2 mm para el descenso, ± 1 mm para el guiado y − 0 mm, + 1 mm para el paso de garganta (cara de apoyo en la pista contra-aguja).

      Para las agujas, los escantillones deberán presentarse obligatoriamente en la punta real y en las distintas secciones que figuran en los planos, así como en la punta matemática para las agujas curvas.

   c) Enderezado, inflexión, curvado

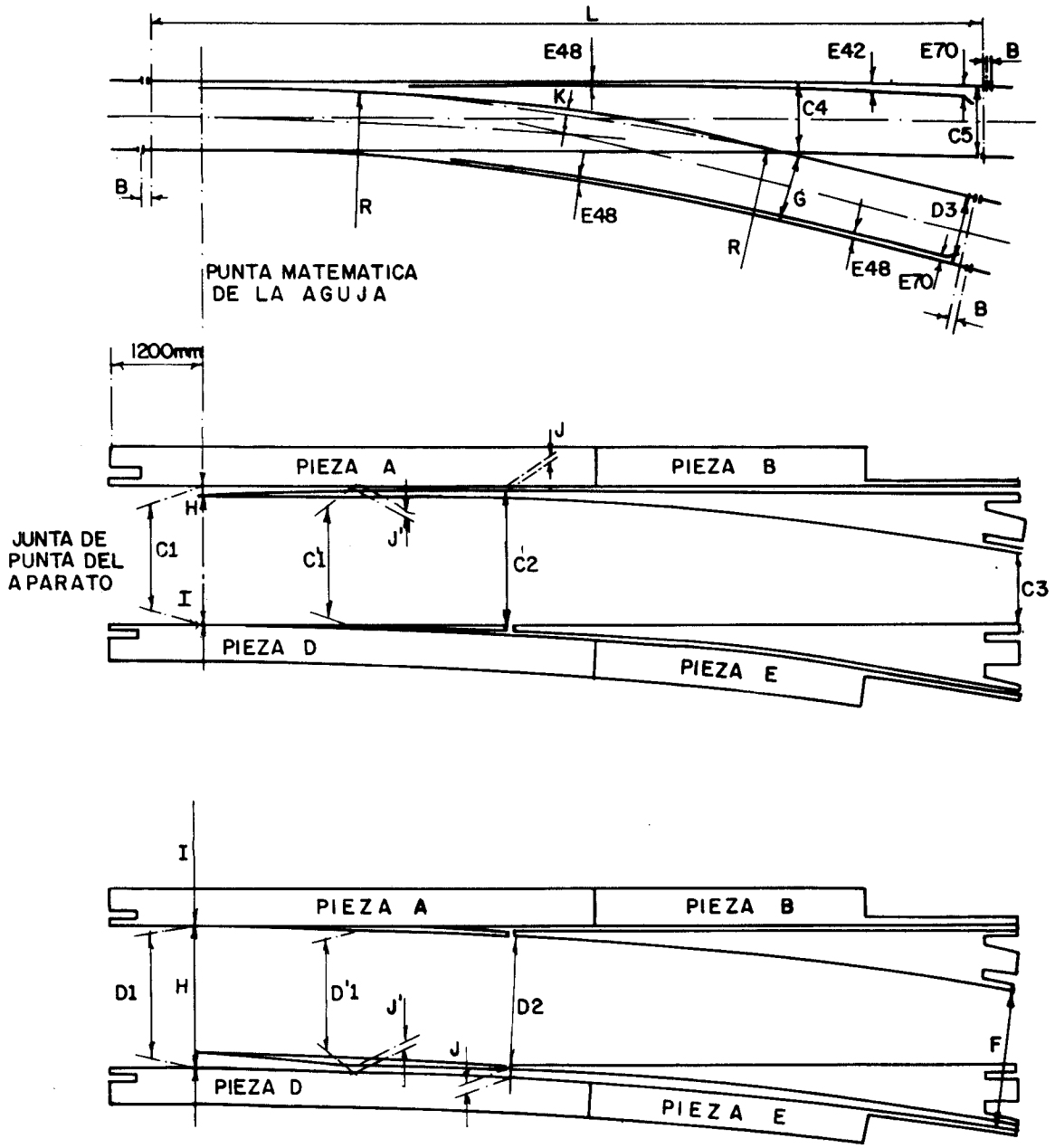
      — Verificación del enderezado y de la inflexión. Se realizará con una regla de 1.50 m de largo admitiendo tolerancias de + 0.5 mm. En particular, el arqueo no deberá rebasar estas tolerancias. Para apreciar el alabeo de un riel maquinado, éste se colocará sobre el hongo; se dispondrán transversalmente sobre el patín cinco reglas idénticas de 0.300 m de largo repartidas uniformemente a todo lo largo del riel y con el centro de cada una de estas reglas colocado en el eje del patín. Todos los cantos superiores de dichas reglas deben estar en un mismo plano; las cuñas eventualmente dispuestas debajo de algunas reglas con el fin de obtener esta condición no deberán rebasar en ningún caso 1 mm para 100 mm de ancho de base. El simple control visual de la coincidencia de los cantos superiores de las reglas es suficiente.

      — Verificación del curvado. Se efectuará con un cordel. Las tolerancias serán función de los valores de las flechas, a saber: ± 1 mm para una flecha de 0 a 15 mm, ± 2 mm para una flecha de 16 a 40 mm y ± 3 mm para una flecha superior a 40 mm.

2. Verificación de los maderos y de las partes metálicas que no sean las agujas, rieles y contrarrieles. Estas piezas deberán recibirse en la fábrica de los proveedores respectivos, según las prescripciones de las especificaciones correspondientes.

001.F.05.c.03 Disposiciones generales

1. Almacenamiento. Dado que la mayoría de las piezas constitutivas de los aparatos de vía deberán



NOTA: PARA COTAS Y TOLERANCIAS VER TABLA 001-35

Fig 001-107 Plano de conjunto. Desvío tan 0.20

almacenarse al aire libre, las partes maquinadas para un montaje o para un movimiento, deberán protegerse contra la oxidación, en particular las superficies de embridado y las placas de deslizamiento de los cojinetes.

El almacenamiento de las piezas o de los conjuntos montados deberá hacerse de tal forma que se evite cualquier deterioro de las superficies maquinadas o deformación de los trazados.

2. Expedición. Después de la verificación de los aparatos montados en blanco y antes del montaje de los elementos, se practicarán marcas de referencia con pintura clara entre los herrajes y los maderos de aparatos de manera de reproducir después, en la vía, el armado de los aparatos rigurosamente conforme al montaje en blanco.

   Los durmientes y los maderos de aparatos serán numerados en caliente en su centro, como se indica en los planos de conjunto.

   La preparación del cargamento y el cargamento mismo se efectuará según las condiciones e instrucciones indicadas por el Representante.

   Las piezas o elementos deberán ser colocados en plano, sujetados y convenientemente estibados para que no sufran ninguna deformación durante el transporte.

   Los herrajes y los durmientes de los diversos elementos deberán ser clasificados por lotes correspondientes a cada elemento.

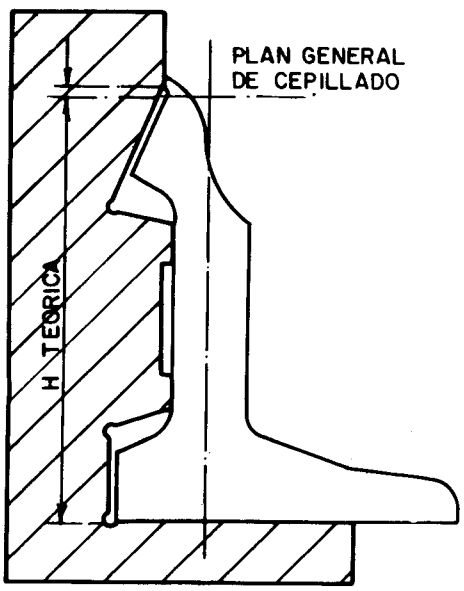
   Las piezas secundarias como varillas, planchuelas, etc., deberán ser fijadas en su pieza principal: herraje de aguja, durmiente, talón del corazón, etc.; las piezas frágiles serán empacadas aparte.

001.F.05.c.03 Garantía

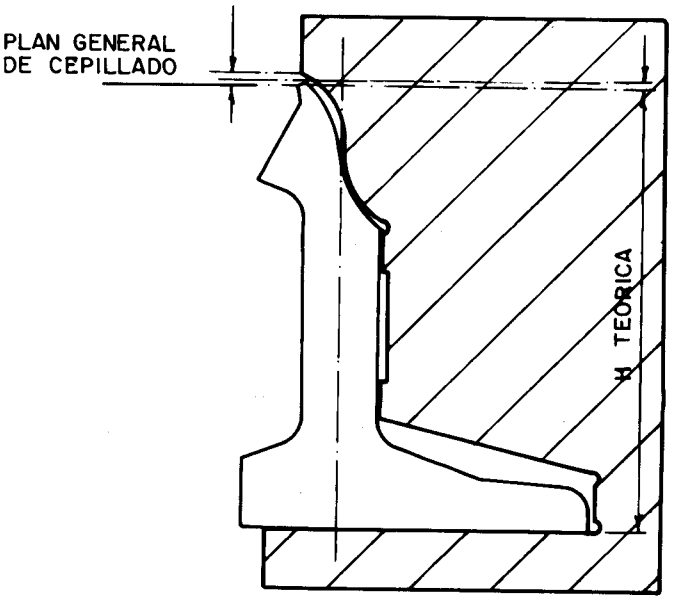
La garantía de conjunto (aparatos y cerrojos), será de un año a partir de la puesta en servicio en la vía, es decir del día de inicio de la operación en el tramo de línea considerada. El plazo de garantía del conjunto no excluye las garantías particulares de más larga duración previstas en las especificaciones particulares relativas a ciertas partes del suministro (piezas moldeadas de acero al manganeso, rieles, etc.).

001.F.05.c.04 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse, están a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.



ESCANTILLON No. 1



ESCANTILLON No. 2

Fig 001-108 Escantillones para verificación de los maquinados de las agujas

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. G

MATERIALES PARA SELLAMIENTO, RELLENO Y FIJACION DE VIA SOBRE DURMIENTES Y LOSA DE CONCRETO

001.G.01 MORTERO DE SELLAMIENTO PARA FIJACION DE VIA EN LOSA DE CONCRETO

001.G.01.a DESCRIPCION

El mortero de sellamiento es un producto cementante expansivo que se utiliza en la fijación de varillas para la sujeción de riel, pista y aparatos de vía en la vía sobre concreto del Metro de la Ciudad de México.

001.G.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

El mortero a utilizar deberá ser de expansión controlada y sin contracciones.

Antes del inicio de los trabajos de instalación de vía, el producto de sellamiento propuesto será sometido a ensayes de arrancamiento (en el eje de la vía o en un piso de concreto elegido por el Representante fuera de ella, pero con espesor mínimo de 20 cm y con resistencia igual a la de la losa de la vía, la que será definida en el proyecto). Deberán realizarse seis perforaciones de 50 mm de diámetro y 145 mm de profundidad; enseguida, seis varillas de fijación de las que se usarán en la vía (25.4 mm de diámetro) serán colocadas hasta una profundidad de 135 mm en el agujero y posteriormente selladas con el mortero expansivo destinado para este fin. El promedio de la fuerza requerida para arrancar las varillas del producto de sellamiento después de tres días de selladas, será de al menos 68.6 kN (7 t) y el desplazamiento de la varilla no excederá de 2 mm; si esto no se satisface, el producto no podrá ser aceptado para su empleo.

Durante los trabajos de instalación de la vía se verificará la resistencia al arrancamiento; el Contratista deberá realizar perforaciones de 50 mm de diámetro y 145 mm de profundidad, al centro da la vía, en los sitios elegidos por el Representante, al mismo tiempo que realizará las perforaciones para las varillas de fijación de rieles y pistas. El número de perforaciones será solicitado por el Representante y no podrá exceder de uno por cada 30 m de vía. Se aceptarán como mínimo tres ensayes por cada 600 m de vía simple para cada fase de los trabajos, es decir, para colocación de rieles y para colocación de pistas. Según el proceso y el avance de los trabajos, las varillas para los ensayes serán selladas con el mismo producto de sellamiento y en la misma forma que para la vía normal. Las varillas de ensaye serán portegidas contra choques y golpes eventuales que puedan ocurrir durante los trabajos ejecutados en las zonas elegidas. Los resultados deberán cumplir con lo indicado en los requisitos de calidad de esta Especificación. Si la fuerza promedio es inferior al valor establecido en el párrafo anterior, el Representante decidirá, en función de los datos obtenidos, si se realizan más ensayes o se repara la zona defectuosa. Todos los gastos ocasionados por los ensayes y por las reparaciones que resulten, serán a cargo del Contratista.

001.G.01.c.01 Garantía

El proveedor garantizará su producto de común acuerdo con el Representante.

001.G.01.c.02 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.02 PRODUCTO DE SELLAMIENTO DE PERNOS TIRAFONDO EN DURMIENTES DE CONCRETO

001.G.02.a DESCRIPCION

Se describe un adhesivo compuesto por resinas poliéster o epóxicas, y arena sílica, formando un material semirrígido que evita el aflojamiento de los pernos tirafondo en los durmientes de concreto del Metro de la Ciudad de México.

Por su composición este tipo de productos se clasifica en dos clases:

— A base de resinas poliéster.

— A base de resinas epóxicas.

En cualquiera de los dos casos, el producto estará compuesto por la resina base, un catalizador y/o acelerador y además un agregado de arena de sílice.

001.G.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Resistencia a la tensión	ASTM C-307
Módulo de elasticidad	ASTM C-580
Coeficiente de dilatación	ASTM C-531
Absorción de agua	ASTM C-413

001.G.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.G.02.c.01 Características físicas

1. La curva esfuerzo normal - deformación deberá resultar lineal, con un módulo de elasticidad igual a 686.5 daN/mm² (70 000 kg/cm²) ± 15% y una resistencia a la ruptura no menor de 1.47 daN/mm² (150 kg/cm²), determinadas estas propiedades como promedio de los resultados de cinco probetas de ensaye.

2. El coeficiente de dilatación deberá resultar entre 2×10^{-5} y 6×10^{-5}/°C.

3. Absorción de agua promedio en 24 horas: 0.09%.

4. Resistencia mecánica al esfuerzo cortante: 2.9 daN/mm² (300 kg/cm²).

5. El producto deberá permitir la aplicación de un par de aflojamiento del perno tirafondo de 20 daN-m (20 kg — m) como mínimo, después de un fraguado de 28 días del durmiente.

6. Las resinas deberán fraguar a cualquier temperatura ambiente, desde 233 hasta 373 K (— 40° hasta + 100°C) bajo la acción combinada del catalizador y del acelerador.

7. La duración de la conservación de las propiedades de la resina, acelerador y catalizador, en almacenamiento, deberá ser de seis meses por lo menos.

001.G.02.c.02 Empaque

Los componentes líquidos del producto se entregarán en recipientes metálicos perfectamente sellados, los cuales deben permitir un vaciado progresivo del producto durante la utilización. El modo de empaque de la arena de sílice se deja a elección del proveedor.

001.G.02.c.03 Almacenamiento y manejo

1. Los componentes del producto deberán estar protegidos contra golpes y contra el calor.

2. El acelerador y el catalizador no deberán mezclarse directamente.

3. El manejo deberá realizarse tomando en cuenta las normas de seguridad aplicables a líquidos inflamables, durante la manipulación de la resina y el catalizador.

001.G.02.c.04 Muestreo

1. Se realizará un muestreo del producto conforme a las indicaciones del Representante.

2. La resistencia de aflojamiento se determinará en cinco durmientes de cada lote de fabricación de estos elementos.

001.G.02.c.05 Garantía

El proveedor garantizará el producto de común acuerdo con el Representante.

001.G.02.c.06 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.03 MORTERO DE SELLAMIENTO PARA FIJACION DE LA VIA EN FOSAS

001.G.03.a DESCRIPCION

Se describe un producto elaborado a base de cemento, arena, agua y aditivo estabilizador de volumen que se usa para realizar la fijación de los elementos de sujeción de los rieles, en la zona de fosas de los talleres y terminales del Metro de la Ciudad de México.

001.G.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cemento Portland	NOM C-1
Mortero hidráulico y componentes	4.01.01.003
Aditivos para concreto	4.01.01.002.D

001.G.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Se utilizará un mortero formado a base de cemento, arena, agua y un aditivo estabilizador de volumen.

1. El cemento a utilizar deberá ser Portland normal tipo I.

2. El agua deberá ser limpia y libre de impurezas y sustancias extrañas.

3. Resistencia a compresión. Los resultados a obtener para una edad de 7 días, serán como mínimo de 1.57 daN/mm² (160 kg/cm²); no se aceptará más de 20 por ciento de resultados menores a ese valor.

001.G.03.c.01 Muestreo

Se realizará una serie de ensayes en 10 cubos como mínimo, por cada 3 m³ de mortero elaborado, o por menor cantidad cuando el Representante lo juzgue conveniente.

001.G.03.c.02 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.04 MORTERO DE RELLENO BAJO CALZAS AISLANTES EN VIA SOBRE CONCRETO

001.G.04.a DESCRIPCION

Se describe el mortero estabilizador de volumen que se utilizará para efectuar el relleno bajo las calzas ais-

lantes de rieles, pistas, aisladores y aparatos de vía, en el sistema de fijación directa al piso de concreto de las vías del Metro de la Ciudad de México.

001.G.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Método de prueba de tensión para morteros	ASTM C-190

001.G.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los requisitos mecánicos serán los siguientes:

1. Resistencia mínima a compresión en cinco cubos (como mínimo de 50.8 mm por lado) después de 7 días: 1.96 daN/mm² (200 kg/cm²).

2. Resistencia mínima a tensión en cinco briquetas después de 7 días: 0.34 daN/mm² (35 kg/mm²).

3. Adherencia mínima al concreto: 0.12 daN/mm² (12 kg/cm²).

4. Sólo se aceptará como máximo el 20 por ciento de resultados menores a estos valores y además el promedio de los resultados obtenidos no deberá ser inferior al valor mínimo especificado para cada ensaye.

001.G.04.c.01 Muestreo

El muestreo del producto para la realización de las pruebas se hará según las indicaciones del Representante.

001.G.04.c.02 Pruebas

1. El ensaye de adherencia al concreto se efectuará sobre una parte del piso que haya sido alisada con llana. Se aplicarán sobre el piso y con el producto a utilizar, franjas de 250 mm de ancho y 10 mm de espesor. La superficie del piso podrá ser preparada según las recomendaciones del fabricante del producto, pero la misma preparación será exigida para los trabajos. Antes de la aplicación del mortero, la superficie del piso de concreto será limpiada y mojada a fin de que el producto a ensayar sea colocado sobre una superficie húmeda. A los 28 días después de su aplicación, la adherencia del producto al concreto será verificada por medio de un ensaye de arrancamiento con un aparato calibrado. Para la realización del ensaye deberán cortarse en las bandas aplicadas y mediante una corazonadora, al menos cinco discos de 5 cm de diámetro cada uno. Dichos discos deberán quedar aislados del resto del producto aplicado pero no deberán desprenderse en ninguno de sus puntos de contacto con el piso de concreto (ver fig 001-109). Deberán pegarse en los discos cortados, tapas para tubo que hayan sido maquinadas para dejarlas lisas y con una superficie de contacto con diámetro igual al de los discos. Se utilizará para pegarlas algún

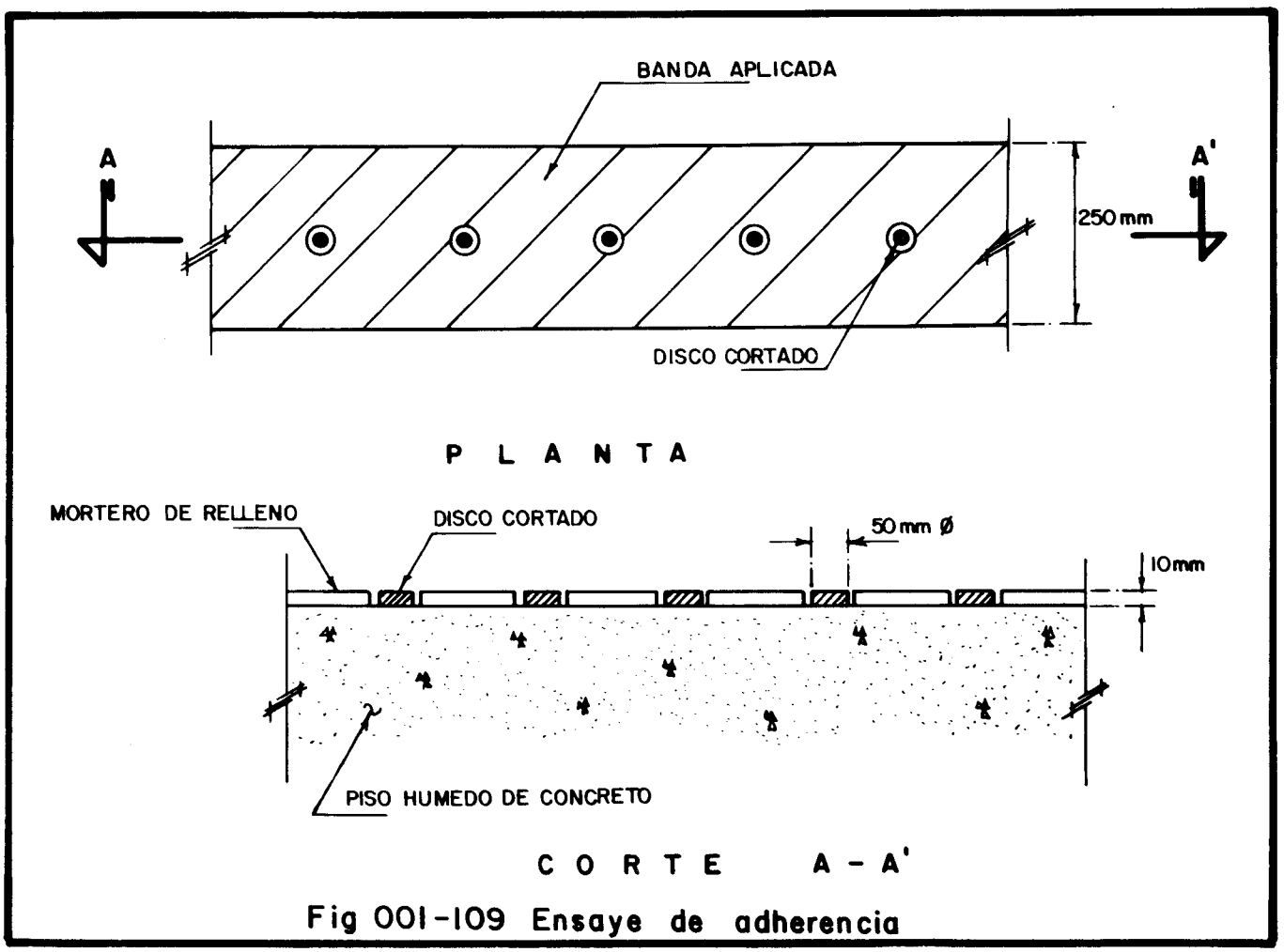


Fig 001-109 Ensaye de adherencia

adhesivo epóxico de fraguado rápido que se consiga en el mercado; el pegamento deberá aplicarse tanto al disco de prueba como a las tapas maquinadas que se usarán en el ensaye. Los discos serán ensayados aplicando una fuerza de tensión que aumente aproximadamente a razón de 10 kg por segundo. Se registrará la carga a la que se obtenga la falla por arrancamiento teniendo cuidado en identificar adecuadamente que la falla presentada se deba a la separación del disco de la superficie de concreto y no por falla del concreto o del adhesivo empleado para pegar las tapas maquinadas.

2. La resistencia a la compresión se realizará de acuerdo a lo indicado en 4.01.01.003.H de estas especificaciones.

3. Resistencia a la tensión según la norma ASTM C-190.

001.G.04.c.03 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.05 VARILLAS DE FIJACION DE RIELES, PISTAS Y APARATOS DE VIA, EN VIA SOBRE CONCRETO

001.G.05.a DESCRIPCION

Las varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía en el sistema de fijación directa de la vía sobre concreto, son tramos de varilla corrugada de 25.4 mm de diámetro y una longitud definida en el proyecto, que tienen un extremo maquinado y con cuerda para recibir a la grapa, rondanas y tuercas para lograr la fijación correcta de la vía. Estas varillas están fijadas al piso de concreto mediante un producto cementante especial. Son utilizados en estaciones e interestaciones.

001.G.05.b REFERENCIAS

El material utilizado en las varillas de fijación será el indicado en la especificación 4.01.01.005.A.

001.G.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

1. El material empleado para la fabricación de las varillas deberá cumplir con los requisitos marcados en la especificación de Referencia para acero grado 30 o 42.

2. Las dimensiones y tolerancias de las varillas y de la cuerda, serán conforme a la fig 001-110.

3. El acabado deberá ser limpio y sin defectos. Los extremos de las varillas deberán ser perfectamente cilíndricos, concéntricos y sin deformaciones debidas al corte. La parte maquinada sin cuerda será lisa y rectilínea, sin fallas ni grietas. La parte con cuerda deberá estar perfectamente centrada sobre la varilla. Los filetes deberán ser limpios, uniformes, sin faltas de material y tener un desarrollo perfectamente cilíndrico.

4. En la prueba de arrancamiento de los filetes, ni la varilla ni sus filetes deberán fallar bajo la aplicación de una fuerza mínima de 100 kN (10 200 kg).

5. En la prueba de doblado no se deberá presentar ninguna fisura en las fibras tensionadas.

6. Para su empaque, las varillas deberán ser limpiadas de polvo y grasa para posteriormente ser colocadas en embalajes sólidos que no se abran con los choques y además las protejan de la intemperie durante el transporte. Los embalajes contendrán no menos de 20 piezas y no más de 50; tendrán que estar perfectamente sellados para evitar la corrosión de las varillas hasta el momento de su utilización y además deberán tener fijada sólidamente una etiqueta con las indicaciones siguientes:

   — Nombre o marca del fabricante.

   — Número del pedido.

   — Fecha de fabricación.

   — Descripción del contenido.

   — Peso total y número de piezas.

001.G.05.c.01 Muestreo

1. Para el control dimensional, el muestreo se efectuará de la siguiente forma dependiendo del número de piezas que formen los lotes:

   Se realizará muestreo simple para los lotes de 1000 piezas o menos como se indica a continuación:

Número de piezas que forman el lote "N"	Número de piezas muestreadas "M"	Criterio de aceptación "C"
20 a 100	13	0
101 a 500	35	1
501 a 1000	55	2

   Si el número de piezas defectuosas es igual o inferior a lo indicado en el criterio de aceptación "C", el lote "N" correspondiente será aceptado. En caso contrario, el lote será rechazado.

   Se realizará muestreo doble para los lotes superiores a 1000 piezas.

Número de piezas que forman el lote "N"	Número de piezas muestreadas "M"	Criterio de aceptación "C_1"	"C_2"
1001 a 2000	25	0	2
2001 a 5000	45	1	5
5001 a 10 000	75	2	10

Número de piezas que forman el lote "N"	Número de piezas muestreadas "M"		Criterio de aceptación "C_1" "C_2"
10 001 a 20 000	110	3	15
20 001 a 50 000	140	4	20

La interpretación de los resultados se hará de la forma siguiente:

— Si el número de piezas defectuosas es igual o inferior a lo indicado en el criterio "C_1" de la tabla anterior el lote "N" correspondiente será aceptado.

— Si el número de piezas rechazadas es superior a lo indicado en el criterio "C_2", el lote será rechazado.

— Si el número de piezas rechazadas es mayor a lo indicado en "C_1", e igual o menor a "C_2", se procederá a un segundo muestreo con la misma cantidad de piezas "M".

— Si la suma de las piezas rechazadas en los dos muestreos es igual o inferior a lo indicado en el criterio "C_2", el lote correspondiente será aceptado.

— Si la suma de las piezas rechazadas en los dos muestreos es superior a lo indicado en el criterio "C_2", el lote correspondiente será rechazado.

2. Se muestreará una varilla de cada cinco toneladas de producción terminada para someterla a la prueba de arrancamiento de los filetes. En caso de resultado negativo el lote será rechazado.

3. Se someterá al ensaye de doblado un tramo de material destinado a la fabricación diaria de varillas de fijación. En caso de resultado negativo el lote será rechazado.

001.G.05.c.02 Pruebas

Las pruebas serán realizadas conforme a la especificación de referencia, salvo las de doblado y arrancamiento de los filetes que se realizarán como se indica enseguida:

1. Prueba de arrancamiento de los filetes. Se realizará en una prensa hidráulica y utilizando una tuerca de acero al carbono tratada térmicamente. La tuerca se fijará a la prensa y transmitirá la fuerza a los filetes de las varillas.

2. Prueba de doblado. Un tramo de varilla será doblado en frío hasta formar un ángulo de 90° alrededor de un cilindro con diámetro igual a cuatro veces el de la varilla.

3. Las pruebas mecánicas y el análisis químico se efectuarán de acuerdo a lo indicado en la especificación de referencia.

4. El control dimensional de las varillas de fijación se efectuará con los aparatos apropiados y los filetes se verificarán con escantillones "pasa" y "no pasa".

001.G.05.c.03 Garantía

En caso de que alguna pieza presentara defectos debidos al maquinado, corte o fileteado, no detectados durante la recepción en fábrica, se deberá suministrar gratuitamente una pieza idéntica, o se obligará al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

001.G.05.c.04 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.06 GUARNICION HELICOIDAL PARA LA FIJACION DE PERNOS TIRAFONDO EN DURMIENTES DE CONCRETO

001.G.06.a DESCRIPCION

La guarnición helicoidal es un elemento de acero semiplano con cantos redondeados en forma de resorte que sirve para la fijación de pernos tirafondo en los durmientes de concreto para el Metro de la Ciudad de México.

001.G.06.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117

001.G.06.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.G.06.c.01 Mecánicos

— Resistencia a la tensión: 31.4 daN/mm² a 41.2 daN/mm² (3200 a 4200 kg/cm²).

— Alargamiento (L = 5 d): 25 a 35 %, ∴ d = 15 mm.

001.G.06.c.02 Químicos

— Carbono, máximo: 0.10 %

— Manganeso: 0.25 a 0.60 %

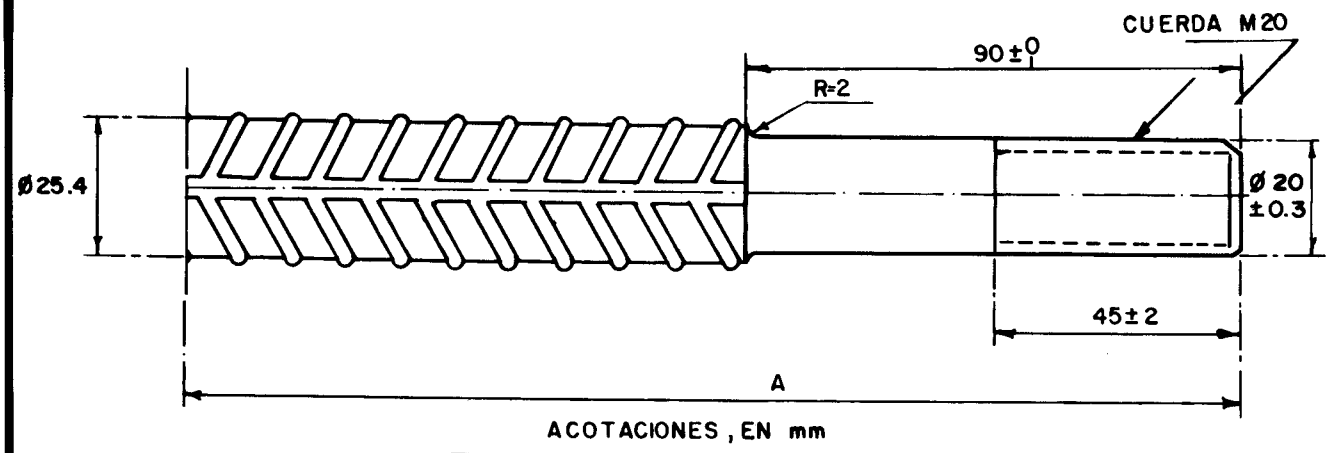
— Fósforo + azufre, máximo: 0.07 %

001.G.06.c.03 Dimensiones y tolerancias

La guarnición helicoidal deberá cumplir con las dimensiones y tolerancias marcadas en la fig 001-111.

001.G.06.c.04 Acabado

El producto terminado no deberá presentar ninguna resquebrajadura, hendidura o principio de ruptura en su superficie.



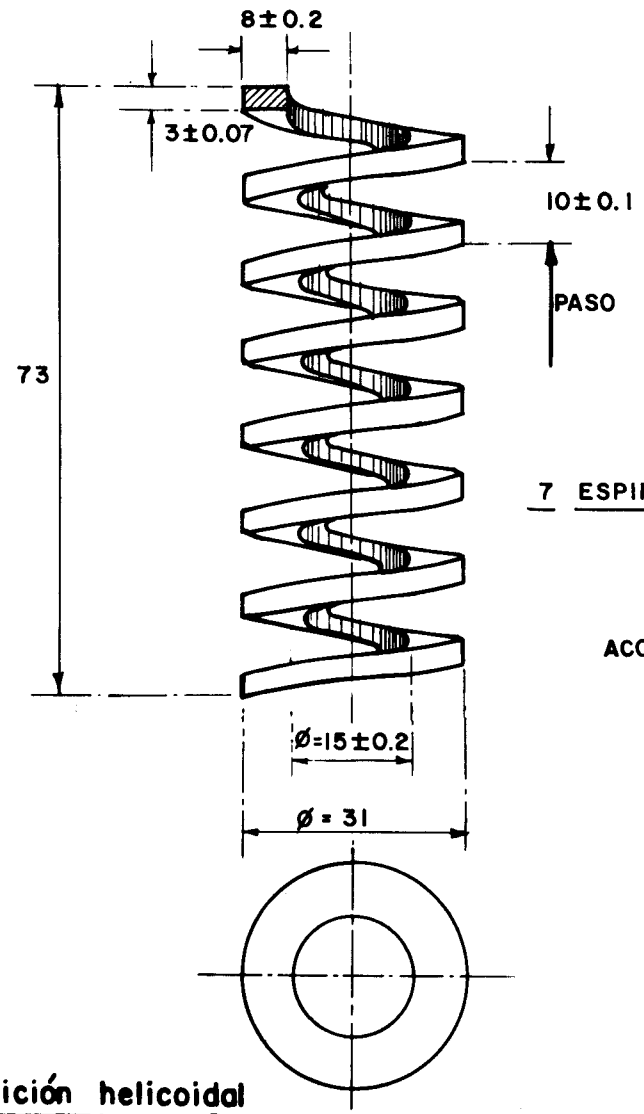
ACOTACIONES, EN mm

	A
PARA PISTA Y RIEL 80 ASCE (RP-80)	240±3
PARA PISTA CON RIEL 100 RE (100 A)	260±3

MAQUINADA A PARTIR DE UNA VARILLA DE ACERO CORRUGADA DE 25.4 mm Ø

CUERDA M20
- PASO : 2.5
- Ø MAYOR CUERDA : 19.958 máx., 19.623 mín.
- Ø PASO : 18.334 máx., 18.164 mín.
- Ø MENOR CUERDA : 16.891 máx., 16.541 mín.

Fig 001-110 Varilla de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto



ACOTACIONES, EN mm

Fig 001-111 Guarnición helicoidal

001.G.06.c.05 Muestreo

Se seleccionarán al azar cinco piezas por lote de 10 000 guarniciones presentadas para su recepción y serán sometidas a las verificaciones del diámetro interior y del paso. El lote será aceptado si los resultados de la verificación son satisfactorios; de lo contrario, se realizará una prueba adicional sobre cinco piezas suplementarias. Si algún resultado es negativo el lote de 10 000 piezas, será rechazado.

001.G.06.c.06 Aceptación y entrega

Toda entrega será acompañada de un certificado de cumplimiento de las restricciones indicadas en esta especificación.

001.G.06.c.07 Garantía

1. El proveedor garantizará sus guarniciones helicoidales contra cualquier defecto de fabricación, durante un periodo de cinco años.

2. Ni el control eventual de los agentes delegados por el Representante, ni las pruebas efectuadas durante la recepción, disminuyen en lo más mínimo la responsabilidad del proveedor.

3. En caso de que, a consecuencia de defectos de fabricación identificados o por causas que no puedan ser imputadas a condiciones de utilización anormal, las guarniciones que llegaran a deteriorarse en la vía, serán sustituidas gratuitamente, pieza por pieza, por el proveedor.

001.G.06.c.08 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.07 ANCLAJE CON CONOS DE PLOMO PARA FIJACION DE TORNILLOS DE AISLADORES EN LA VIA SOBRE CONCRETO

001.G.07.a DESCRIPCION

Los anclajes con conos de plomo son dispositivos especiales colocados dentro de los barrenos realizados en el piso de concreto, que sirven para efectuar la sujeción de los aisladores en la vía sobre concreto del Metro de la Ciudad de México.

Cada anclaje está formado por cuatro elementos que son:

— Un cono expansor para tornillo con cuerda M-22 (Ø 22 mm) y paso de 2.5 mm.

— Un cono expansor ordinario.

— Dos conos de plomo.

001.G.07.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Varillas de fijación de rieles, pistos y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Métodos de análisis químicos para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Roscas métricas ISO-Selección de dimensiones para tornillos y tuercas de 1 a 39 mm de diámetro	NOM H-50
Pieza moldeada de aleación a base de zinc	ASTM B-86
Prueba de tensión en materiales metálicos	ASTM E-8
Prueba de impacto de barras con entalladura en materiales metálicos	ASTM E-23

001.G.07.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.G.07.c.01 Condiciones de fabricación

1. Material

— El material a utilizarse para la fabricación de los conos expansores será de aleación a base de zinc tipo AC 41 A según la norma ASTM B-86-57T.

— Para la fabricación de los conos de plomo se utilizará un material que cumpla con lo indicado en 001.G.07.c(2) de esta Especificación.

— Los anclajes con conos de plomo serán fabricados conforme al proyecto aprobado por el Representante.

001.G.07.c.02 Condiciones de recepción

1. Los conos expansores de aleación a base de zinc deberán cumplir con los siguientes requisitos químicos y físicos:

Químicos:

— Cobre (%): 0.75 a 1.25

— Aluminio (%): 3.50 a 4.30

— Magnesio (%): 0.03 a 0.08

— Hierro (%): 0.100 máx.

— Plomo (%): 0.007 máx.

— Cadmio (%): 0.005 máx.

— Estaño (%): 0.005 máx.

— Zinc (%): lo restante.

Físicos:

— Resistencia a la tensión: 32.4 daN/mm² (3300 kg/cm²).

— Alargamiento en 5 cm: 7%.

— Dureza Brinell: 91.

— Impacto (Charpy "V"): 65 joules.

2. Los conos de plomo deberán cumplir con los siguientes requisitos químicos:

— Plomo (%): 97.0

— Antimonio (%): 3.0

001.G.07.c.03 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias deberán cumplir lo indicado en el proyecto autorizado por el Representante.

001.G.07.c.04 Acabado

1. Las cuerdas deberán estar perfectamente centradas en los conos que llevarán éstas.

2. Las características de los fileteados (cuerdas) de los conos expansores serán conforme a las prescripciones del ISO para cuerdas con ∅ M-22, según la norma NOM H-50. Los fileteados deberán ser limpios, uniformes, sin falta de material y tener un desarrollo perfectamente cilíndrico.

001.G.07.c.05 Muestreo

1. Los ensayes de control en el laboratorio sobre producto se realizarán conforme a la tabla 001-36.

Tabla 001-36. Muestreo para ensayes de control

Concepto	No. de piezas o probetas por lote de 5000 o fracción
a) Conos expansores:	
— Análisis químico	3
— Propiedades de ruptura y alargamiento	3
— Dureza Brinell	3
— Prueba de impacto (Charpy "V")	3
b) Conos de plomo:	
— Análisis químico	3
c) Verificación de las dimensiones	Se realizan conforme a la especificación 4.02.01.001.G.05

2. Se realizarán seis pruebas de extracción al eje de vía antes de la utilización en serie en la vía.

3. Se someterá a un anclaje de cada 1000 a ensaye de extracción durante los trabajos de instalación de la vía.

001.G.07.c.06 Pruebas

1. Análisis químico sobre los conos expansores y conos de plomo; se realizará conforme a la norma NOM B-1.

2. Pruebas físicas sobre los conos expansores

La prueba de tensión se realizará conforme a la norma ASTM E-8.

La prueba de impacto se realizará conforme a la norma ASTM E-23.

3. Pruebas de extracción antes de la utilización en serie en la vía.

Los anclajes serán instalados según la técnica recomendada por el fabricante en un agujero de 38 mm de diámetro y 100 mm de profundidad en una losa de concreto de f'_c igual a la que se utilizará en la vía.

Serán sometidos a ensaye de tracción colocando además un comparador y deberán cumplir con lo siguiente:

— Desplazamiento máximo a 45 kN (4.5 t): 1.5 mm.

— Fuerza mínima al arrancamiento: 70 kN (7 t).

4. Pruebas durante los trabajos de instalación de la vía

Serán sometidos a una fuerza de tracción de 45 kN (4.5 t). El comparador deberá indicar un desplazamiento máximo de 1.5 milímetros.

001.G.07.c.07 Bases de aceptación durante los trabajos de instalación de la vía

1. En caso de que no cumpla con el desplazamiento. Se procederá automáticamente a tres ensayes adicionales sobre el lote.

2. Si uno de los ensayes indica un desplazamiento superior a 1.5 mm, el Representante podrá solicitar todos los ensayes adicionales que juzgue conveniente.

3. Todos los anclajes dañados serán a cargo del Contratista. En todos los anclajes en que se obtenga un desplazamiento superior a 2.0 mm así como en los arrancados en los ensayes, el Contratista deberá aumentar la profundidad de los agujeros y la longitud de los tornillos en 50 mm.

001.G.07.c.08 Garantía

1. El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo de dos años contados a partir de la fecha de su puesta en servicio en las vías, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso después de más de cuatro años a partir de la fecha de fabricación de las piezas.

2. Toda pieza que durante este periodo llegara a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago, por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza.

3. A petición del proveedor la pieza retirada del servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.G.07.c.09 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

001.G.08 VASTAGOS DE ANCLAJE EN ACERO

001.G.08.a DESCRIPCION

Se describen los vástagos de acero liso de longitud bien definida y roscados en un extremo, pudiendo así recibir tuercas y arandelas. Estos vástagos están destinados a fijar los aisladores de barras guía y los rieles y pistas de rodamiento de las vías colocadas sobre losas de concreto de las vías secundarias del Metro de la Ciudad de México.

001.G.08.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tornillería ordinaria de acero	4.02.01.001.D.11
Varillas de fijación de rieles, pistas y aparatos de vía, en vía sobre concreto	4.02.01.001.G.05
Método de prueba para doblado de acero	NOM B-113
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117

001.G.08.c REQUISITOS DE CALIDAD

Antes de iniciar la fabricación, el proveedor deberá someter a la aprobación del Representante dos series de escantillones "pasa" y "no pasa". Dichos escantillones, si son reconocidos exactos, serán estampados y una serie será devuelta al proveedor, quien podrá usarla para el control de los escantillones necesarios para la fabricación. La segunda serie de escantillones quedará para el uso del Representante. Sólo los escantillones estampados por el Representante serán válidos para las recepciones. La fabricación de los escantillones estará a cargo del proveedor.

Los vástagos de anclaje serán fabricados a partir de barras de acero de refuerzo liso tipo Fe-E-24 definido por normas francesas y deberán presentar las características mecánicas siguientes:

— Resistencia a la ruptura por tensión:

$41.2\ daN/mm^2\ (4201\ kg/cm^2) \leq R \leq 49.0\ daN/mm^2\ (4996\ kg/cm^2)$.

— Límite de elasticidad aparente: $E \geq 23.5\ daN/mm^2$ $(2396\ kg/cm^2)$.

— Alargamiento: $A \geq 25\%$.

— Doblado en frío a 180°: no deberán observarse grietas ni fisuras.

— La capacidad a la soldadura debe ser garantizada.

1. Los vástagos de anclaje serán realizados conforme lo indique el proyecto por lo que a longitud, diámetros de los vástagos y de las partes roscadas se refiere.

   En particular los pasos de los fileteados serán los indicados en la tabla 001-19 de la especificación 4.02.01.001.D.11.

   Si el proyecto no indica lo contrario, las tolerancias de las dimensiones principales en las roscas deberán estar de acuerdo con las disposiciones establecidas en 4.02.01.001.D.11 de estas especificaciones.

2. Los vástagos de anclaje en acero liso serán abiertos en un extremo para formar patas de anclaje o "colas de carpa".

3. El acabado deberá ser esmerilado y exento de defectos; deberán ser rectilíneos, sin escamas, fisuras ni hendiduras. La parte roscada deberá estar perfectamente centrada en el vástago. Las roscas deben ser bien formadas, uniformes y compactas y deben tener una forma perfectamente cilíndrica.

   Cada vástago deberá llevar la marca del proveedor.

4. El Representante tendrá libre acceso a las secciones de la planta que fabrica las piezas, a cualquier hora, durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrá proceder ahí a todas las verificaciones que juzgue necesarias para cerciorarse que las condiciones de fabricación son cumplidas exactamente. En principio todas las pruebas serán efectuadas en los laboratorios del proveedor y a su cargo.

001.G.08.c.01 Naturaleza y proporción de las pruebas y controles

Las barras de acero antes de la fabricación y los vástagos de anclaje serán sometidos a las pruebas y controles siguientes:

1. Pruebas sobre materiales. Las barras serán presentadas en lotes al estado de entrega. El peso total de un lote será de 20 toneladas o fracción inferior a 20 toneladas. Se efectuarán cinco series de pruebas por lote; cada serie incluye una prueba de tensión y una de doblado.

2. Prueba sobre piezas terminadas. Se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

   — Prueba de tensión sobre la rosca: una prueba por cada 2000 vástagos.

   — Control dimensional y control del acabado de ejecución: El muestreo se realizará conforme a lo indicado en 4.02.01.001.G.05 de estas especificaciones.

001.G.08.c.02 Realización de las pruebas y controles

1. Prueba de tensión. La probeta utilizada será una del tipo proporcional cilíndrica que tendrá una longitud L_o, entre puntos de referencia, obtenida mediante la fórmula $L_o = 5\ d$, donde d indica el diámetro nominal, y ésta deberá constituirse por un tramo de barra sin maquinar.

   Los valores para el límite de elasticidad y de resistencia se calculan relacionando las cargas obtenidas con la sección nominal y no con la sección efectiva de la barra.

2. Prueba de doblado. La prueba se realizará sobre una probeta constituida por un pedazo de barra sin maquinar; la barra será doblada en frío hasta formar un ángulo de 180°.

3. Prueba de tensión sobre las roscas. El vástago será sometido a un ensaye de tensión sobre las roscas por medio de una máquina de tensión. El esfuerzo es transmitido por una tuerca de acero al carbono tratado térmicamente. La longitud del vástago a ensayar deberá constituir una probeta proporcional que tenga un largo entre puntos de referencia de $L_o = 5\ d$, donde d indica el diámetro exterior de la parte roscada.

   El ajuste de la longitud de esta probeta se hará mediante corte del lado liso con tronzador para colocar la mayor parte roscada en la zona $L_o = 5\ d$. Esta distancia L_o será marcada con lápiz; ninguna medición de alargamiento se efectuará durante esta prueba.

   El esfuerzo de tensión a cumplir se calculará multiplicando la resistencia mínima a la ruptura por tensión fijada en 001.G.08.c por la sección resistente de la rosca del vástago. La prueba podrá llevarse eventualmente hasta la ruptura para determinar el coeficiente de esfuerzo a la ruptura.

   Ni la parte roscada ni el cuerpo del vástago deben ceder durante la prueba antes de la aplicación del esfuerzo de tensión determinado con el método de cálculo dado anteriormente.

4. Control dimensional y control del acabado de ejecución. El control de las partes roscadas se efectuará con los calibres autorizados por el Representante.

001.G.08.c.03 Criterio de aceptación

1. Pruebas de tensión, de doblado y de tensión sobre la parte roscada. Si una prueba de la serie no da el resultado exigido, se procede a una nueva serie de pruebas. Si una de las pruebas de esta nueva serie no da el resultado requerido todo el lote es rechazado.

2. Control de las dimensiones y del acabado de ejecución. Será conforme al criterio establecido en 4.02.01.001.G.05.

001.G.08.c.04 Empaque

Los vástagos deberán ser protegidos contra la oxidación para un almacenamiento prolongado.

Cualquiera que sea el procedimiento de protección adaptado, todas las superficies, en particular las partes maquinadas, deben ser recubiertas con un producto resistente.

1. Las piezas serán acomodadas en embalajes sólidos (barriles, cajas o toneles metálicos) que las protejan contra la intemperie y los golpes durante su transporte.

2. Los embalajes usados para el envío no deben haber servido anteriormente para un uso que los haga susceptibles de perjudicar los materiales.

3. Los embalajes serán cerrados sólo después de la inspección por parte del Representante quien, en caso de acuerdo, los marcará en el acto, de manera visible con tinta indeleble.

4. Cada embalaje contendrá un solo tipo de piezas únicamente y llevará una etiqueta firmemente adherida con las indicaciones siguientes:

   — El nombre del cliente.

   — El nombre o la marca del proveedor.

   — El número del pedido.

   — La descripción del contenido.

   — El peso total y el número de piezas.

001.G.08.c.05 Garantía

El proveedor garantizará sus piezas durante un periodo de dos años contados a partir de la fecha de su puesta en servicio en las vías, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso después de más de cuatro años a partir de la fecha de fabricación de las piezas.

Toda pieza que durante este periodo llegare a deteriorarse por causas ajenas al desgaste normal o en la que se observen defectos no detectados durante la recepción en fábrica, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago, por parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de la pieza.

A petición del proveedor la pieza retirada del servicio le será devuelta con los gastos del transporte a su cargo.

001.G.08.c.06 Derechos de patente

Los derechos que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 001. H

PLANCHUELAS METALICAS

001.H.01 PLANCHUELAS METALICAS PARA RIELES, PISTAS Y APARATOS DE VIA

001.H.01.a DESCRIPCION

Las planchuelas metálicas se utilizan en las juntas mecánicas de rieles y pistas así como en los aparatos de vía que se forman en las vías principales y secundarias del Metro de la Ciudad de México; podrán fabricarse con acero moldeado no aleado o con acero laminado.

001.H.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pernos tirafondo para durmiente de concreto	4.02.01.001.D.07
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba para la determinación de dureza Brinell en materiales metálicos	NOM B-116
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Método de prueba para impacto sobre probeta simplemente apoyada con entalle en "V" para acero	NOM B-121
Productos de fundición tipo de acero moldeado de uso general	AFNOR NF A-32-051
Aceros de construcción de uso general tipo y calidad	AFNOR NF A-35-501

001.H.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

001.H.01.c.01 Procedimiento de fabricación

1. Acero moldeado

El acero empleado para la fabricación de las piezas será obtenido a elección del proveedor en horno eléctrico, en horno Martin, con un procedimiento a base de oxígeno puro soplado desde arriba, o con cualquier otro procedimiento reconocido como equivalente. Sin embargo, el proveedor deberá precisar previamente al Representante el procedimiento de fabricación seleccionado.

2. Moldeado-colada

La elección de los métodos de moldeado, de colocado, de recocido, de enfriamiento, etc., también se deja al criterio del fundidor, quien deberá comunicar al Representante los procedimientos utilizados. El fundidor se hará responsable de todas las disposiciones necesarias para obtener piezas perfectamente sanas.

3. Tratamiento térmico

Cada pieza será sometida a un tratamiento de normalización. El tratamiento de normalización de un acero aleado es comparable a un recocido de regeneración; consiste en un calentamiento a una temperatura ligeramente superior al límite superior de transformación y sin mantenerla un tiempo prolongado, seguido por un enfriamiento a velocidad conveniente, con el fin de afinar o regularizar el grano de acero.

El tratamiento se hace en hornos adaptados y provistos de pirómetros registradores calibrados cuyos registros estén a disposición del Representante.

Si el proveedor presenta, con motivo de la calidad de su fabricación, garantías reconocidas como suficientes para el Representante, éste podrá renunciar a este último control.

Los resultados del tratamiento no deberán en ningún caso, ser modificados por operaciones posteriores, como por ejemplo, maquinado, enderezado o calibrado.

4. Terminación

Las superficies de embridado serán maquinadas mecánicamente.

5. Acero laminado

El acero es elaborado conforme a uno de los procedimientos a continuación indicados: Thomas, Bessemer, Siemens-Martin (básico), Siemens-Martin (ácido), eléctrico, o soplado con oxígeno.

Laminado. Las piezas se fabrican mediante corte de un perfil laminado y serán terminadas conforme a los planos de proyecto aprobados por el Representante. La sección inicial del lingote deberá ser cuando menos igual a veinte veces la del pro-

ducto laminado. Los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán enfriarse artificialmente.

Recorte. Los lingotes parcialmente laminados y las barras deberán ser suficientemente saneados en la cabeza y en el pie para que las piezas terminadas cumplan las condiciones de la presente Especificación.

Terminación. El enderezado se efectúa en frío mediante acción graduada y sin golpes. Si es necesario, puede hacerse en caliente. Los perfiles utilizados son cortados con segueta o con cizalla; cada sección es normal al eje, limpia, sin rebabas ni arrancamientos, grietas o desgarres; cualquier protuberancia deberá suprimirse en las superficies correspondientes a los apoyos del riel. Está prohibido arreglar con martilleo.

Las piezas laminadas no son sometidas a tratamiento térmico.

6. Disposiciones comunes

Los barrenos destinados a recibir los pernos de emplanchuelado se harán en frío con taladro y serán achaflanados en 1 mm en sus extremos.

Todos los barrenos o muescas de las piezas serán taladradas, fresadas o estampadas de golpe.

Las rebabas resultantes del taladro y del maquinado deberán eliminarse cuidadosamente.

7. Acabado

Las piezas moldeadas deberán ser cuidadosamente desarenadas, rebabeadas, limpiadas de escamas de oxidación y deberán eliminarse las entradas del colado, respiradero y mazarotas. Las superficies de las piezas en bruto no deberán presentar rugosidades importantes.

Las piezas laminadas deben presentar superficies lisas y unidas. Las piezas deberán ser sanas en todas sus partes y exentas de soluciones de continuidad, reajustes, hendiduras, ángulos, grietas profundas o cualquier otro defecto; los defectos superficiales son sondeados y eliminados por esmerilado hasta su completa desaparición. Si la falta de metal resultante de esta operación sobrepasa las tolerancias dimensionales, el Representante puede, no obstante esto, autorizar la entrega de las piezas si él juzga que la falta de metal no tiene importancia para el uso al cual está destinado.

001.H.01.c.02 Mecánicos

1. Las pruebas mecánicas se harán de acuerdo a los métodos indicados en 001.H.01.b de esta Especificación y deberán cumplir con las siguientes características:

— Acero moldeado no aleado con acero tipo E-30-57-M:

Límite inferior de flujo: Rel $\geq$ 30 daN/mm² (3059 kg/cm²)

Resistencia a la tracción: 57 daN/mm² $\leq$ R $\leq$ 72 daN/mm² (5812 kg/cm² $\leq$ R $\leq$ 7342 kg/cm²).

Alargamiento: A $\geq$ 15%.

Resiliencia: KV $\geq$ 20 joules.

— Acero laminado con Acero tipo A-50-2:

Límite de elasticidad: Re $\geq$ 27.5 daN/mm² (2804 kg/cm²).

Resistencia a la tracción: 49 daN/mm² $\leq$ R $\leq$ 59 daN/mm² (4496 kg/cm² $\leq$ R $\leq$ 6016 kg/cm²).

Alargamiento: A $\geq$ 20%.

001.H.01.c.03 Análisis químico para piezas de acero moldeado no aleado:

— Azufre: $\leq$ 0.04%

— Fósforo: $\leq$ 0.04%

— Silicio: $\leq$ 0.50%

001.H.01.c.04 Prueba de dureza Brinell en piezas de acero moldeado no aleado

La prueba se hará de acuerdo con la norma NOM B-116 indicada en 001.H.01.b (REFERENCIAS) de esta Especificación. Las durezas encontradas en las piezas de un mismo lote no deberán presentar diferencias superiores a 30 unidades Brinell. Se recomienda utilizar una esfera de 10 milímetros de diámetro sometida a una carga de 2950 daN o sea 3000 kilogramos fuerza. La carga se lleva progresivamente al valor de 2950 daN en 15 segundos y se mantiene ahí 15 segundos más. En estas condiciones la dureza Brinell "HB" se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$HB = \frac{\text{Carga de prueba}}{\text{Area de la huella}}$$

siendo el área de la huella la del casquete esférico, donde la dureza:

$$HB = \frac{2P}{\pi D\,(\sqrt{D^2 - d^2})}$$

con P en daN, D y d en milímetros.

001.H.01.c.05 Prueba de resiliencia (para las piezas de acero moldeado)

1. La prueba de resiliencia será de acuerdo con la norma NOM B-121 indicada en 001.H.01.b (REFERENCIAS) de esta Especificación.

2. La probeta maquinada tendrá una longitud de 55 mm y una sección cuadrada de 10 mm por lado y lleva una entalladura en "V" a 45° de 2 mm de profundidad con un radio de fondo de entalladura de 0.25 milímetros.

3. Para el tipo de acero considerado en esta especificación, el valor de KV resultante del promedio de

tres resultados de prueba, deberá ser superior o igual a 20 joules; ningún resultado deberá ser inferior a los dos tercios del valor promedio.

001.H.01.c.06 Verificación de la textura (para las piezas de acero moldeado)

Los apéndices o las piezas para prueba de textura se rompen con un martillo mediante golpes sobre la cara entallada. El examen de cada rotura debe hacer aparecer una textura fina homogénea desprovista de cristales brillantes, que pongan al descubierto un metal libre de porosidades y convenientemente normalizado.

001.H.01.07 Dibujos y escantillones

1. La forma y las dimensiones de las piezas son definidas por los planos de proyecto autorizados.

2. El proveedor tiene la obligación, antes de dar inicio a la fabricación, de someter ante el Representante para su aprobación, dos series de escantillones de mínimos y máximos, machos y hembras. La manufactura de los escantillones estará a cargo del proveedor.

3. Si son reconocidos exactos, estos calibradores serán estampados por el Representante y una serie será devuelta al proveedor quien podrá utilizarla para el control de los calibres necesarios para la fabricación. La segunda serie quedará para uso del Representante. Solamente los escantillones estampados por este último serán válidos para las recepciones.

001.H.01.c.08 Tolerancias dimensionales

En principio, las tolerancias de fabricación están indicadas en el proyecto. Salvo indicación particular del proyecto, las tolerancias son las siguientes:

1. Tolerancias en dimensiones y enderezado

   En el largo: + 5 mm.

   En la altura: + 0.75 mm
   − 0.25 mm.

   En las otras dimensiones de la sección: + 0.5 mm
   − 0.25 mm.

   En el escuadrado de los extremos: ± 2 mm.

   En la pendiente de las caras del asiento: ± 0.3 mm.

   En el diámetro de los barrenos para el paso de de los pernos de fijación:

   — Barrenos de diámetro $\leq$ 32 mm: ± 0.5 mm.

   — Barrenos de diámetro $>$ 32mm: ± 1 mm.

   Para los barrenos estampados, la tolerancia anterior es aumentada en 0.05 veces el espesor de la planchuela por el diámetro lado salida del punzón.

   — Distancia entre barrenos: ± 0.5 mm.

   En el enderezado:

   — Flecha en el sentido vertical: 0.1 mm por 100 mm de largo. Esta tolerancia sólo será válida cuando la parte central de la planchuela se levanta por arriba de sus extremos. El hundimiento de la parte central por debajo de los extremos no está permitido. Si excepcionalmente, la planchuela presenta dos curvaturas en sentidos opuestos, se aplicará la misma tolerancia por separado por cada lado; el largo de la cuerda en este caso es definido por la distancia de dos puntos de contacto de una regla perfectamente recta apoyada alternatiavmente sobre una y otra superficie de embridado.

   — Flecha en el sentido transversal: 0.16 mm por 100 mm de largo.

2. Tolerancias en el centrado y la posición de los barrenos de planchuelas. La posición de los barrenos debe permitir el montaje de la planchuela sobre un calibrador con pernos cilíndricos compuesto de un tramo de riel, en cuya alma se fijan los pernos cilíndricos correspondientes a los barrenos de la planchuelo. Estos pernos serán colocados exactamente en la línea de los centros prevista para el taladrado de los barrenos del riel, a sus distancias respectivas, rigurosamente iguales a las de los ejes de los barrenos de las planchuelas; el diámetro de los pernos será 1 mm menor que el diámetro nominal de los barrenos. Las planchuelas deben poder adaptarse en el riel entrando todos los pernos al mismo tiempo en los barrenos; una plantilla y una operación idénticas se realizarán para las planchuelas de pistas.

3. Todas las plantillas así como todos los escantillones están a cargo del proveedor.

001.H.01.c.09 Muestreo

1. Extracción y preparación de las muestras y de las probetas. El Representante extrae al azar, de cada lote presentado, los lingotes - muestra y las piezas que va a destinar a las pruebas y los marca de una manera indeleble; el corte de la muestra y el maquinado de la probeta deberán efectuarse en frío y llevados con las debidas precauciones para que no se produzca ningún calentamiento sensible del metal.

2. Las muestras y las probetas deberán conservar las marcas del Representante.

3. Naturaleza y proporción de las pruebas sobre el metal

   Para las piezas de acero laminado:

   — Prueba de tensión: dos pruebas por lote.

   Para las piezas de acero moldeado no aleado:

   — Análisis químico: un análisis por lote.

   — Prueba de tensión: una prueba por lote.

   — Prueba de resiliencia: tres pruebas por lote.

— Prueba de dureza Brinell: 5% de las piezas por lote con un mínimo de tres piezas.

— Control del aspecto y de las dimensiones

El control se llevará a cabo en piezas de acero laminado y en piezas de acero moldeado no aleado según los diagramas de Wald ilustrados en las figs 001-61 y 001-62 de la especificación 4.02.01.001.D.07 (Pernos tirafondo para durmientes de concreto). La fig 001-61 es para la primera recepción; en caso de rechazo del lote el proveedor tiene la facultad de seleccionar por su cuenta, las piezas del lote rechazado y volver a presentar el lote para su recepción. Durante la segunda presentación el control se juzgará con la fig 001-62 del diagrama de Wald.

001.H.01.c.10 Marcas

1. Los perfiles llevan en caracteres bien visibles provenientes del laminado o de la fundición y en el lugar indicado por el proyecto:

   — La marca del fabricante (en abreviatura).

   — Las dos últimas cifras del año de fabricación.

   — El número del modelo o un símbolo que caracterice la pieza.

   — La clase de acero.

2. Las marcas en relieve, provenientes de la fundición, deberán tener caracteres de por lo menos 12 mm de alto.

001.H.01.c.11 Empaque

Protección de las piezas para su expedición. Antes del envío, las superficies maquinadas serán recubiertas con una capa de aceite o grasa.

Los asientos de las planchuelas serán protegidas para el transporte mediante empaques apropiados contra choques o rozamientos susceptibles de causar un deterioro en sus superficies y que sea perjudicial para su uso.

001.H.01.c.12 Garantía

El proveedor garantizará las piezas de acero moldeado y de acero laminado por un tiempo de dos años a partir de su puesta en servicio en la vía. Sin embargo, esta garantía no podrá prorrogarse más allá de tres años a partir de la fecha de fabricación.

Cada pieza que durante este periodo llegase a deteriorarse por causas que no sean imputables al desgaste normal o que presenten defectos no detectados durante la recepción en planta, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza.

A solicitud del proveedor, la pieza fuera de servicio le será devuelta con los gastos de transporte a su cargo.

001.H.01.c.13 Derechos de patente

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. A

DUCTOS

002.A.01 DUCTOS DE ASBESTO - CEMENTO

002.A.01.b REFERENCIAS

Los ductos y accesorios de asbesto-cemento que son utilizados para alojar, proteger y permitir la distribución de los conductores subterráneos portadores de la energía eléctrica para el sistema de alumbrado y fuerza de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.33 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, con la diferencia de que como mínimo deberá utilizarse en estas instalaciones la clase A-7.

002.A.02 DUCTOS DE PVC

002.A.02.b REFERENCIAS

Los ductos y accesorios de PVC utilizados para alojar, proteger y permitir la distribución de los conductores subterráneos portadores de la energía eléctrica para el sistema de alumbrado y fuerza de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos, para tubos conduit, establecidos en el Capítulo 5.38 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, con la restricción de que el diámetro mínimo utilizado en las instalaciones del Metro no deberá ser menor de 19 milímetros.

002.A.03 DUCTOS TIPO CUADRADO EMBISAGRADOS

002.A.03.b REFERENCIAS

Los ductos embisagrados de lámina de acero utilizados para alojar, proteger y permitir la distribución de los conductores portadores de la energía eléctrica para el sistema de alumbrado y fuerza de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos, para cajas, establecidos en el Capítulo 5.60 Parte Seguda, del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. B

REGISTROS

002.B.01 REGISTROS

002.B.01.a DESCRIPCION

Los registros, son pozos construidos con la finalidad de realizar empalmes, permitir la revisión de los tendidos de cables, efectuar cambios de dirección en ductos subterráneos y facilitar el movimiento por temperatura de los cables. Los registros están integrados por una plantilla, una losa de piso y una tapa o losa de techo con tapa y muros.

1. Plantilla. Será una base de concreto simple para el desplante de muros y losa de piso.

2. Muros. Son elementos que podrán ser construidos con tabique recocido o concreto reforzado con alambrón y varillas, rematados con un marco de concreto reforzado o de acero, pintado con pintura anticorrosiva, como se muestra en las figs 002-1 y 002-2 cuando el registro sólo lleva tapa y no losa de techo.

3. Tapa. Es el elemento que será construido de fierro fundido o fierro reforzado con varillas soldadas al marco, de ángulo de acero, pintado con pintura anticorrosiva, tal como se muestra en las figs 002-3 y 002-4.

4. Cubierta o losa de techo con tapa. Es el elemento construido de concreto reforzado con varillas al que se le integra una tapa y marco, de acuerdo con la fig 002-3.

5. Los accesorios son las boquillas, correderas y charolas para el paso y soporte de conductores dentro de los registros.

Los registros se clasifican por su ubicación en:

1. Para banqueta

2. Para arroyo

Los registros de concreto son utilizados en las redes subterráneas de distribución de energía eléctrica en alta tensión de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.B.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Concreto hidráulico	4.01.01.001.G
Mortero para albañilería	4.01.01.003.H
Varillas de acero, corrugadas y lisas para refuerzo de concreto	4.01.01.005.A
Acero estructural	4.01.01.005.C
Alambre de acero para mallas soldadas	4.01.01.005.F
Tabiques y bloques cerámicos de arcilla	4.01.01.011.A
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Charolas soporte para cables, tipo escalera	DDF 4.33
Charolas soporte, tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente	NOM J-151

002.B.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

002.B.01.c.01 Plantillas

Serán de concreto simple $f'_c = 100$ kg/cm² y espesor no menor de 6 cm para desplante de muros y losas de piso.

002.B.01.c.02 Muros

1. Tabique recocido

   Cuando los muros se formen con tabique, éstos serán de arcilla recocida con un acabado aparente a base de un pulido fino con cemento-arena proporción 1:5 con aditivo impermeabilizante integral.

   Tendrán castillos, dalas y cerramientos de concreto $f'_c = 150$ kg/cm². reforzados con varillas de 9.5 mm (3/8 pulg.) y alambrón de 6.3 mm (1/4 pulg.) para absorber los efectos por temperatura.

2. Concreto reforzado

   Cuando los muros se formen de concreto, éste será de $f'_c = 250$ kg/cm², reforzado con varillas de 9.5 mm (3/8 pulg.) y alambrón de 6.3 mm (1/4 pulg.) o de las dimensiones y resistencias señaladas en el proyecto.

002.B.01.c.03 Marcos y tapas

1. Marco C-84

   Estará construido de concreto $f'_c = 250$ kg/cm², armado con varillas y anclas de fierro de 9.5 mm (3/8 pulg.) y anillos de alambrón de 6.3 mm (1/4 pulg.) a cada 70 cm, de acuerdo con las dimensiones indicadas en la fig 002-1 salvo indi

cación especial por parte del proyecto. Se restringe su uso a banquetas y lugares con poco tránsito.

2. Marco P-84

Estará construido de fierro fundido grado "0" de acuerdo con la norma NOM B-7 y tendrá las dimensiones y forma indicadas en la fig 002-2 salvo indicación contraria por parte del proyecto.

3. Tapa C-84

Será construida de concreto $f'_c = 250$ kg/cm², reforzado con 24 varillas radiales de 12.7 mm (1/2 pulg.) de diámetro, soldadas al arillo entre sí y con las dimensiones indicadas en la fig 002-3, salvo que el proyecto indique lo contrario. Se restringe su uso a banquetas y lugares con poco tránsito.

4. Tapa P-84 R

Será construida a base de fierro fundido grado "0" de acuerdo con la norma NOM B-7, reforzada en su parte inferior con secciones triangulares de placa, soldadas en forma radial. Tendrá las dimensiones y formas indicadas en la fig 002-4, salvo que el proyecto indique lo contrario.

002.B.01.c.04 Losas de fondo y techos

1. Losa de fondo

Se construirá de concreto $f'_c = 250$ kg/cm², armada con malla electrosoldada para absorber los efectos originados por los cambios en la temperatura.

2. Losa de techo (cubierta)

Estará construida de concreto $f'_c = 250$ kg/cm² y reforzada de la siguiente forma:

— Varillas con diámetro 9.5 mm (3/8 pulg.) cuando el registro se ubique en banqueta.

— Varilla con diámetro de 12.7 mm (1/2 pulg.), cuando el registro se ubique en arroyo.

002.B.01.c.05 Accesorios

1. Boquillas

Los registros contarán con boquillas ducto para el paso de los conductores, con las dimensiones y forma que se indican en la tabla 002-1 y en la fig 002-5, salvo que el proyecto dé indicaciones especiales.

Las boquillas se fabricarán de una mezcla de cemento Portland, arena de cuarzo finamente triturada y fibra de asbesto exenta de substancias orgánicas y con no menos del 15 por ciento de fibra de asbesto.

Las superficies en ambos extremos de las boquillas deberán ser maquinadas a torno y con acabado fino perfectamente terso al tacto.

2. Correderas

En la fig 002-6 se muestran las dimensiones y formas generales de este accesorio.

Deberá ser fabricado con fierro canal de 76.2 mm (3 pulg.), galvanizada de clase normal por inmersión en caliente.

Se fijará al muro del pozo registro por medio de tornillos tipo máquina de 12.7 mm (1/2 pulg.) de diámetro.

Soportará ménsulas o porcelanas-ménsula para soporte de bacles.

3. Charolas

Cumplirán con lo indicado en las referencias, cuando el proyecto indique su uso dentro de los registros.

4. Clemas

Cuando el proyecto así lo consigne se usarán clemas para soportar los conductores dentro de los registros.

002.B.01.c.06 Dimensiones y formas generales de los pozos registro

Salvo indicaciones contrarias por parte del proyecto, los pozos registro tendrán las dimensiones y forma que se muestran en las figs 002-7 y 002-8. No deberán tener ángulos rectos que provoquen curvas forzadas al cable.

Tabla 002-1. Dimensiones de boquillas ducto

Nombre	Dimensiones en mm					Peso aprox., en kg
	Diámetro exterior	Diámetro interno			Espesor en pared en el extremo del cono	
		Del ducto	Del extremo del cono	Del interior del cono		
	De	D_N	Diec	Diic	Eec	
Boquilla ducto A 75-1	112	75	87.99	85.86	12.00	0.710
Boquilla ducto A 100-1	137	100	113.39	111.26	11.80	0.900

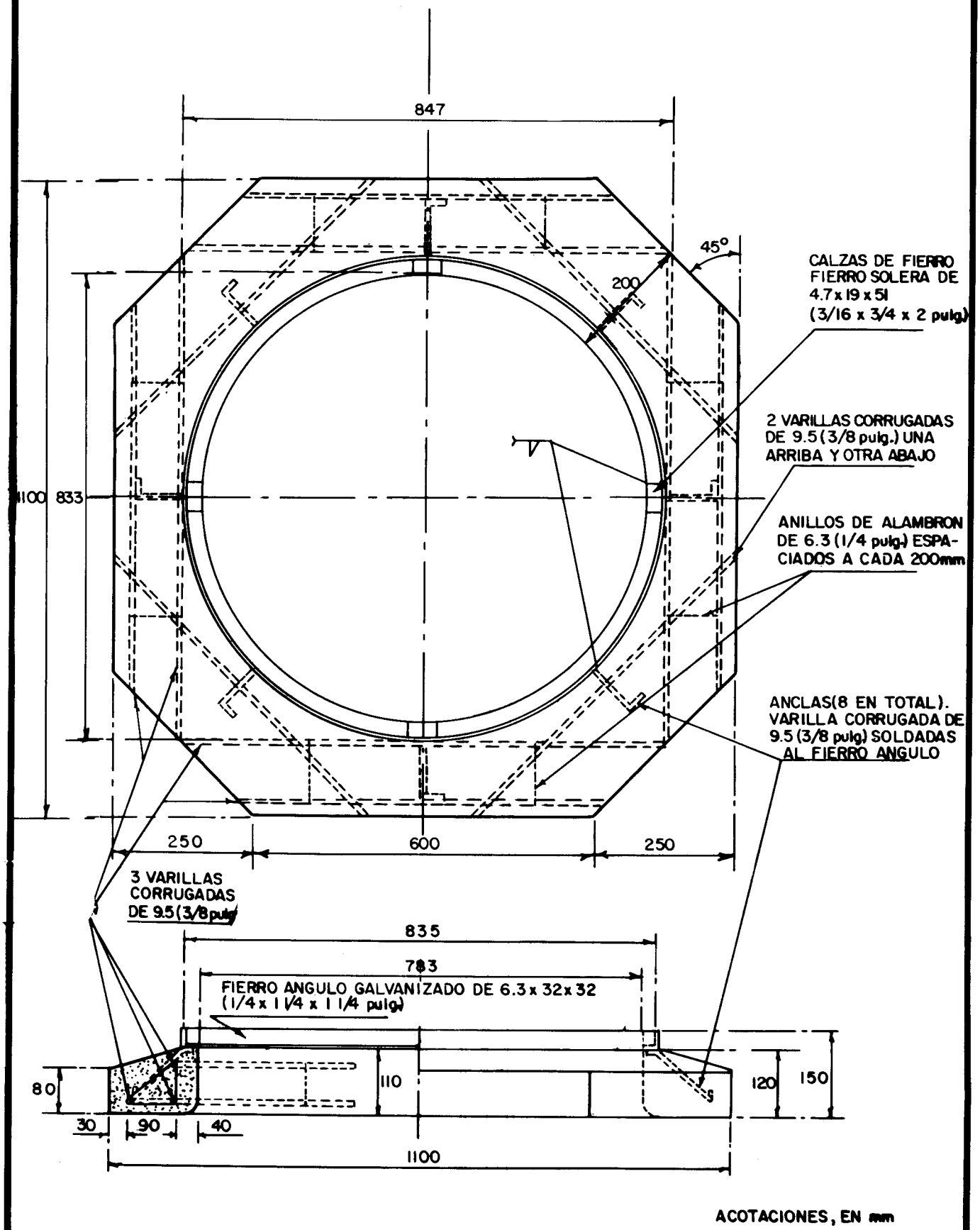
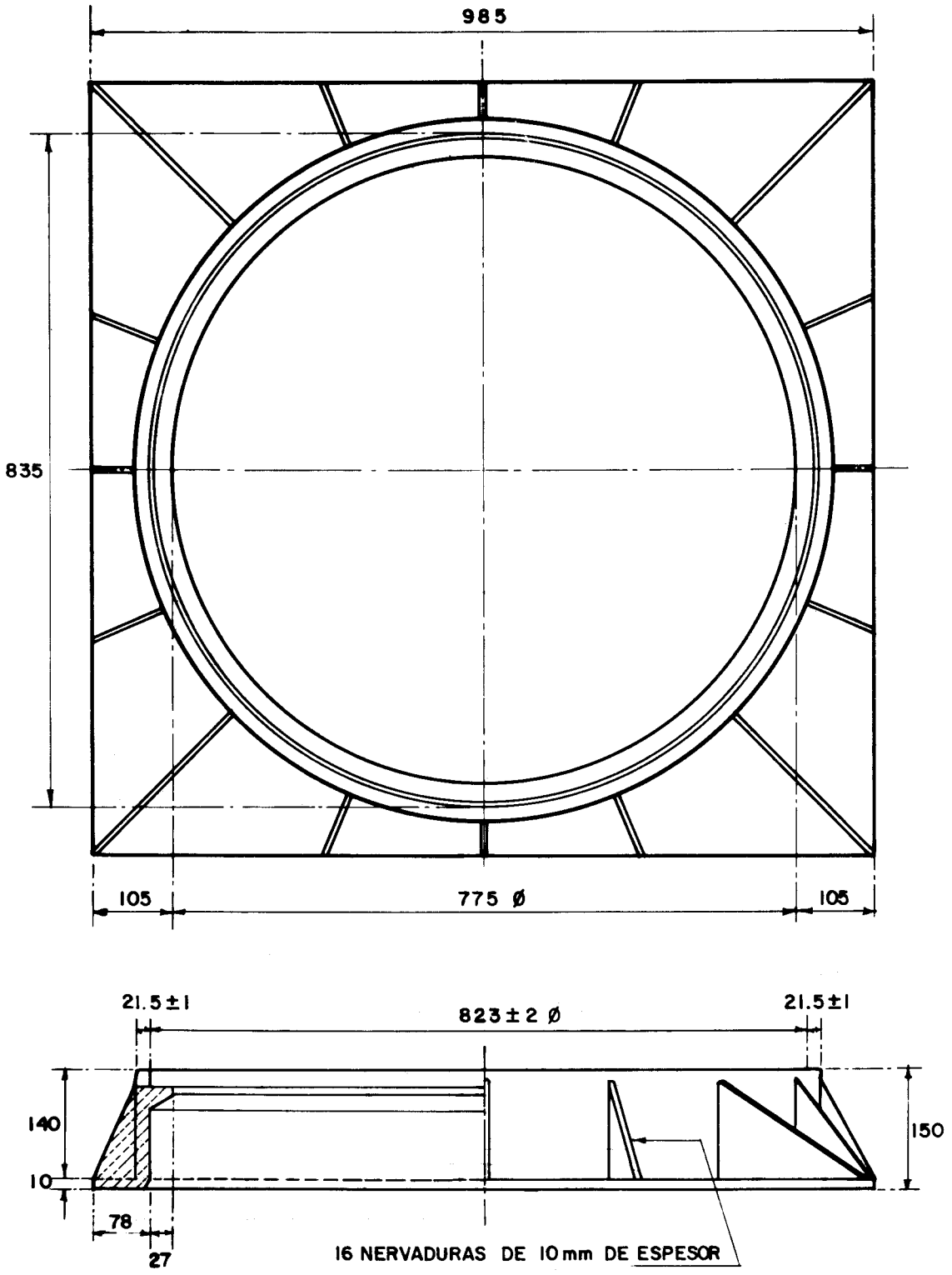


Fig 002-1 Marco para tapa C-84



ACOTACIONES, EN mm

Fig 002-2 Marco para tapa P-84R

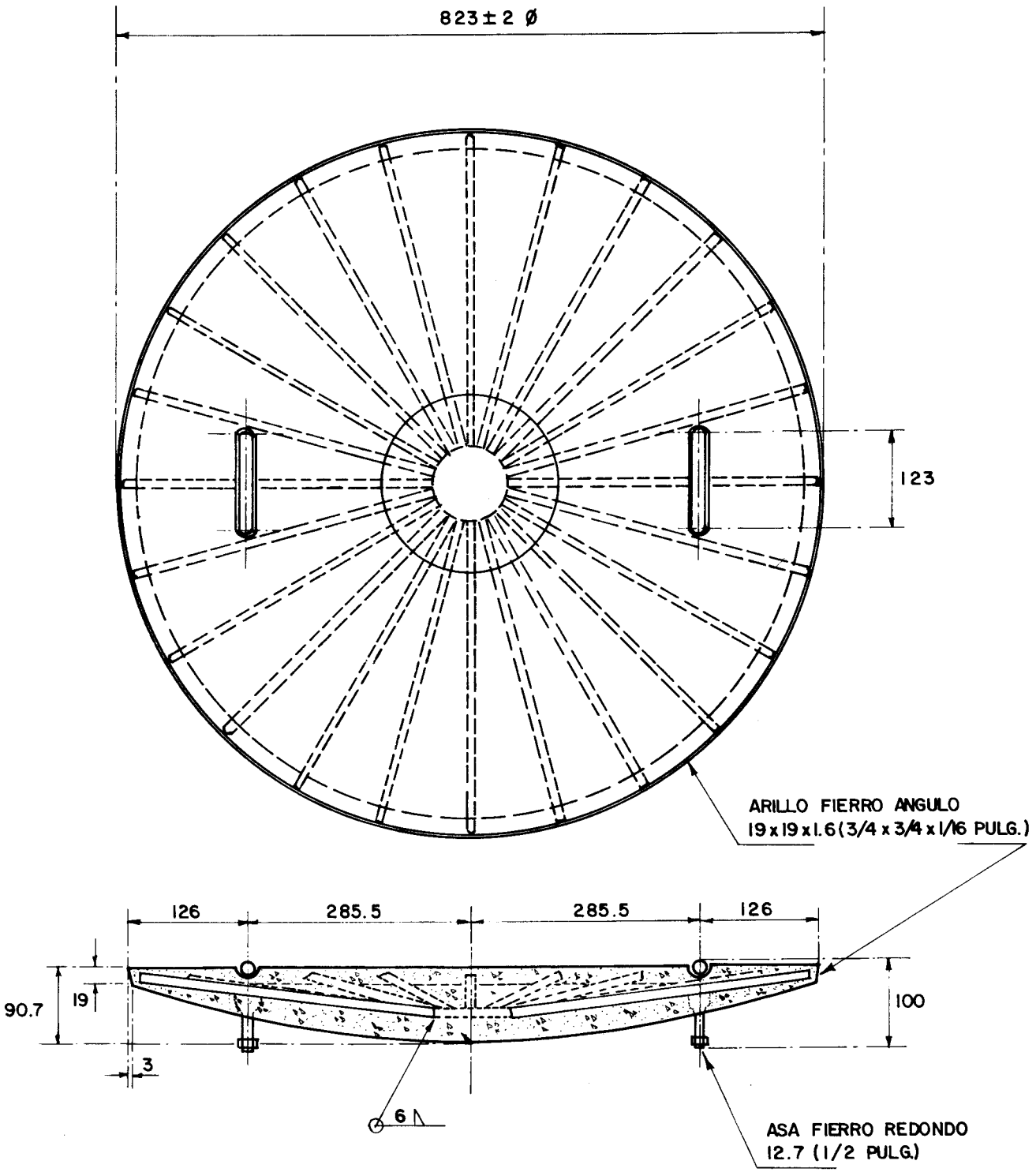
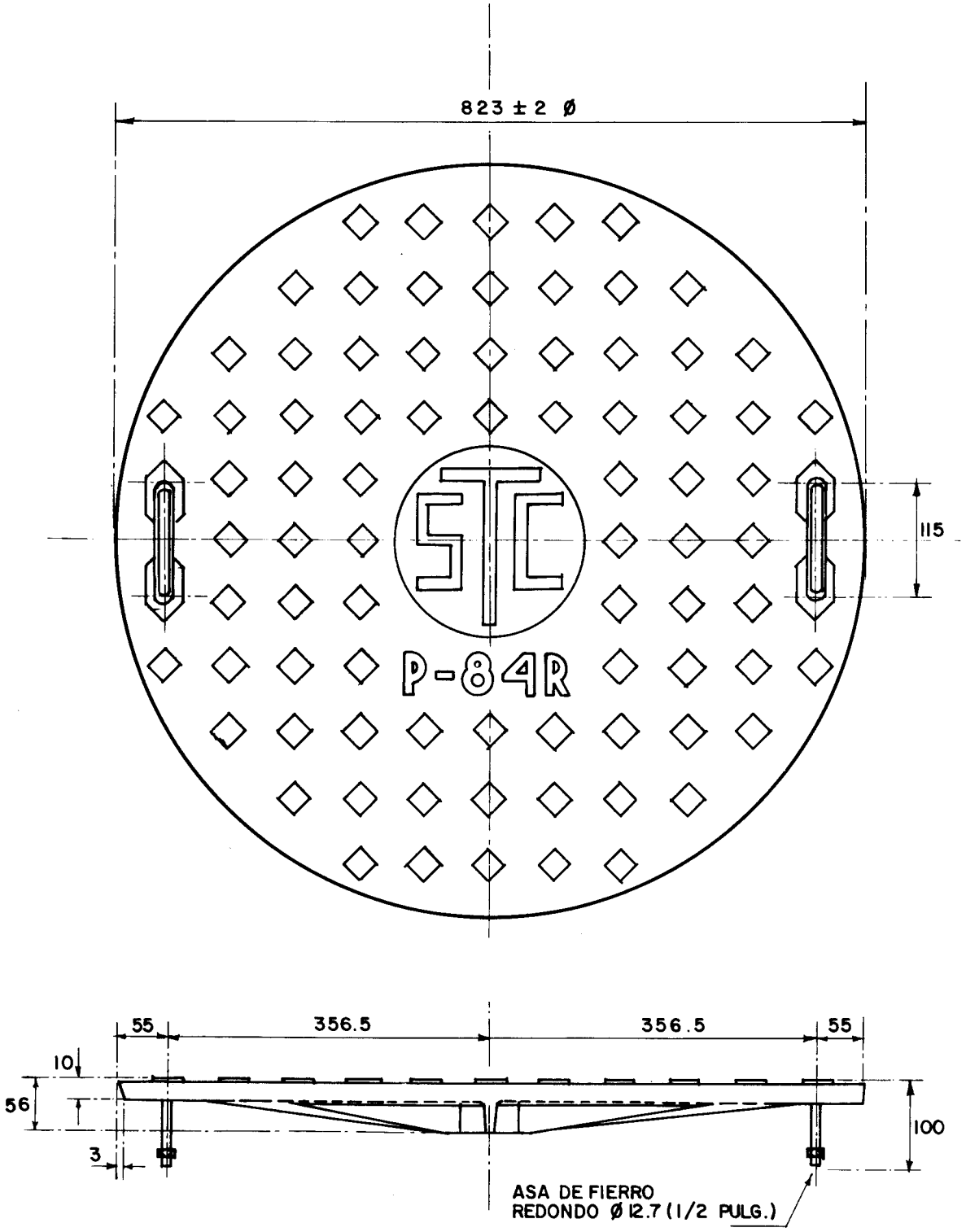


Fig 002-3 Tapa C-84



ACOTACIONES, EN mm

Fig 002-4 Tapa P-84 R

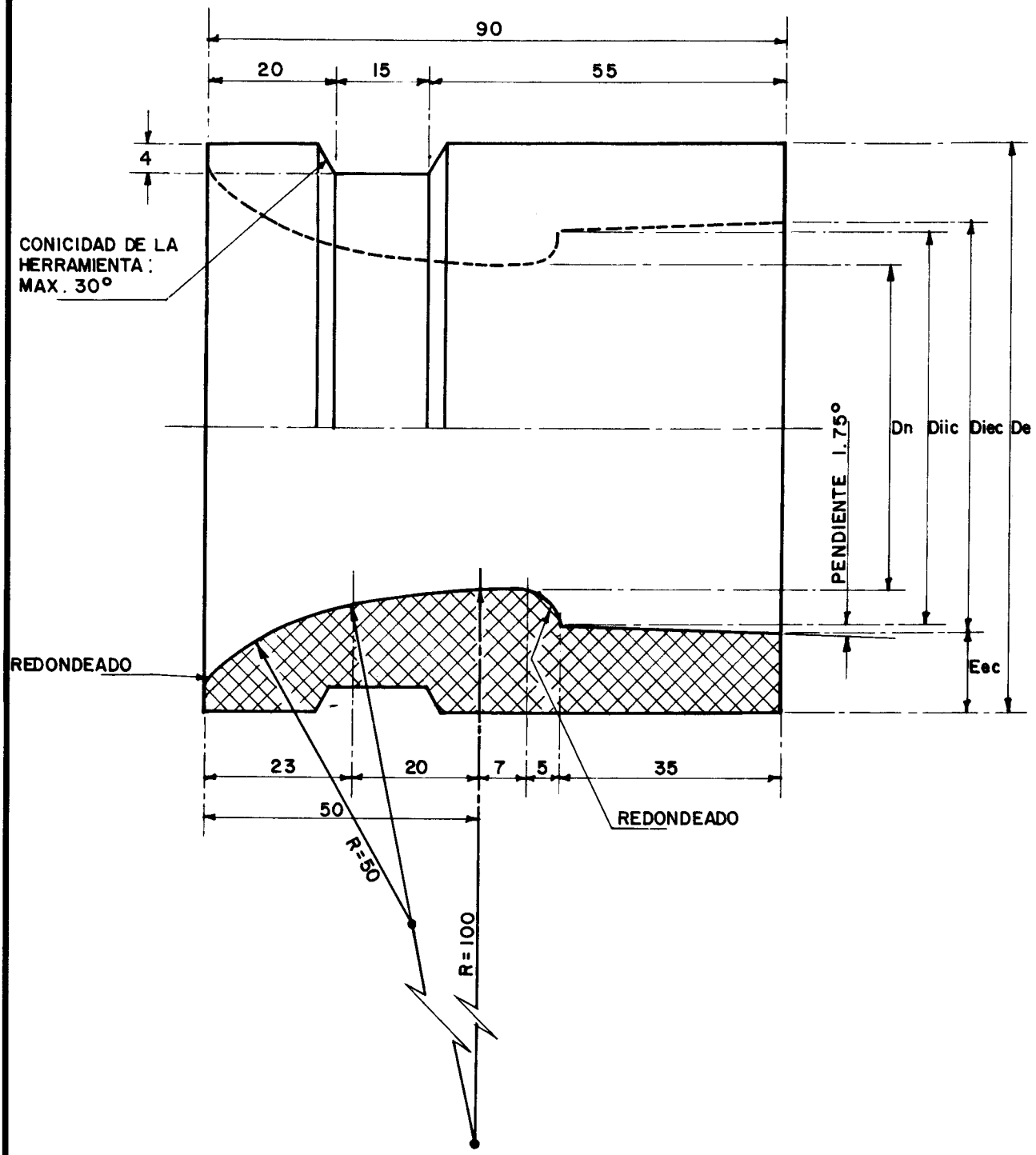


Fig 002 – 5 Boquilla – ducto

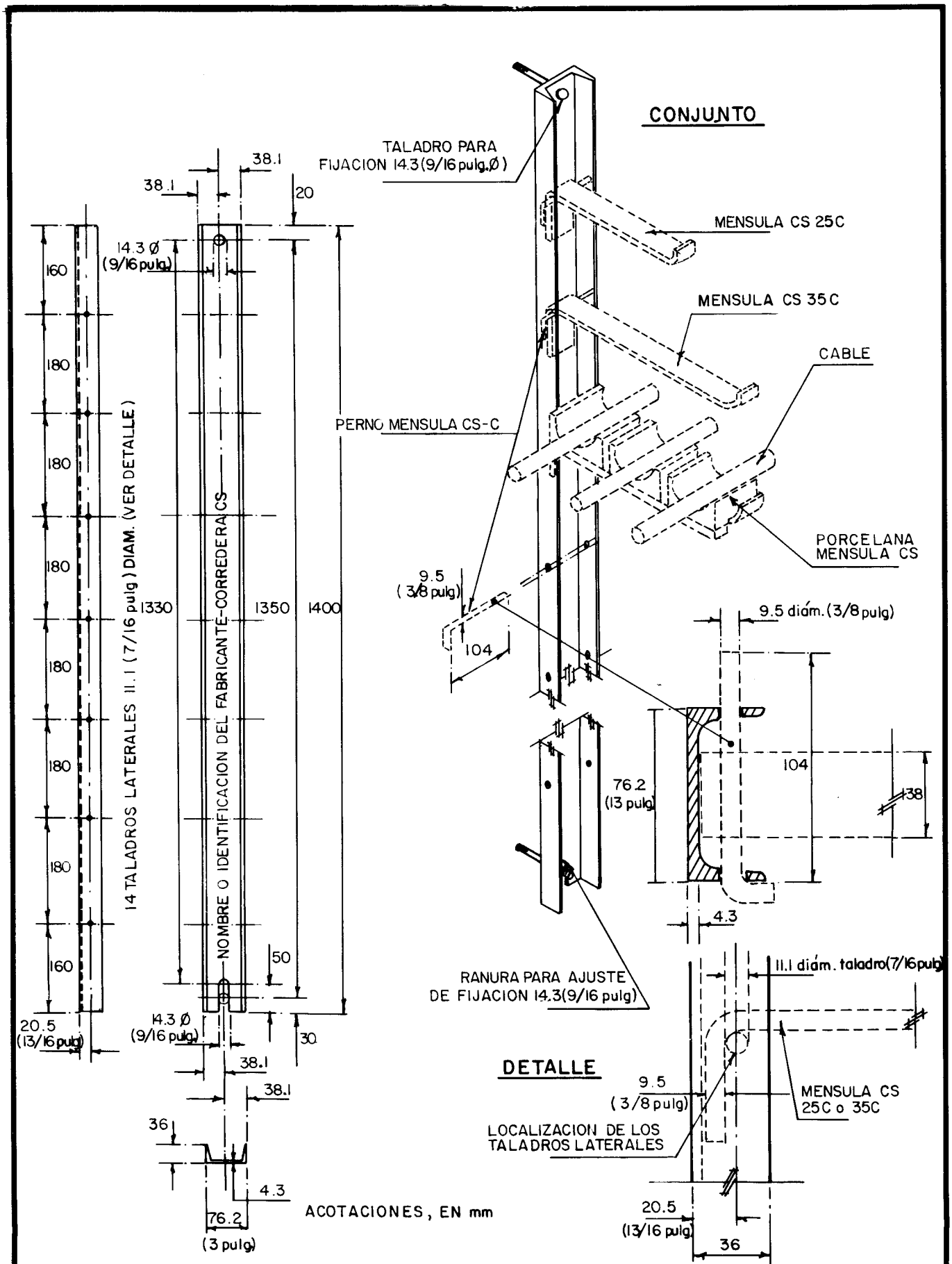


Fig 002-6 Correderas

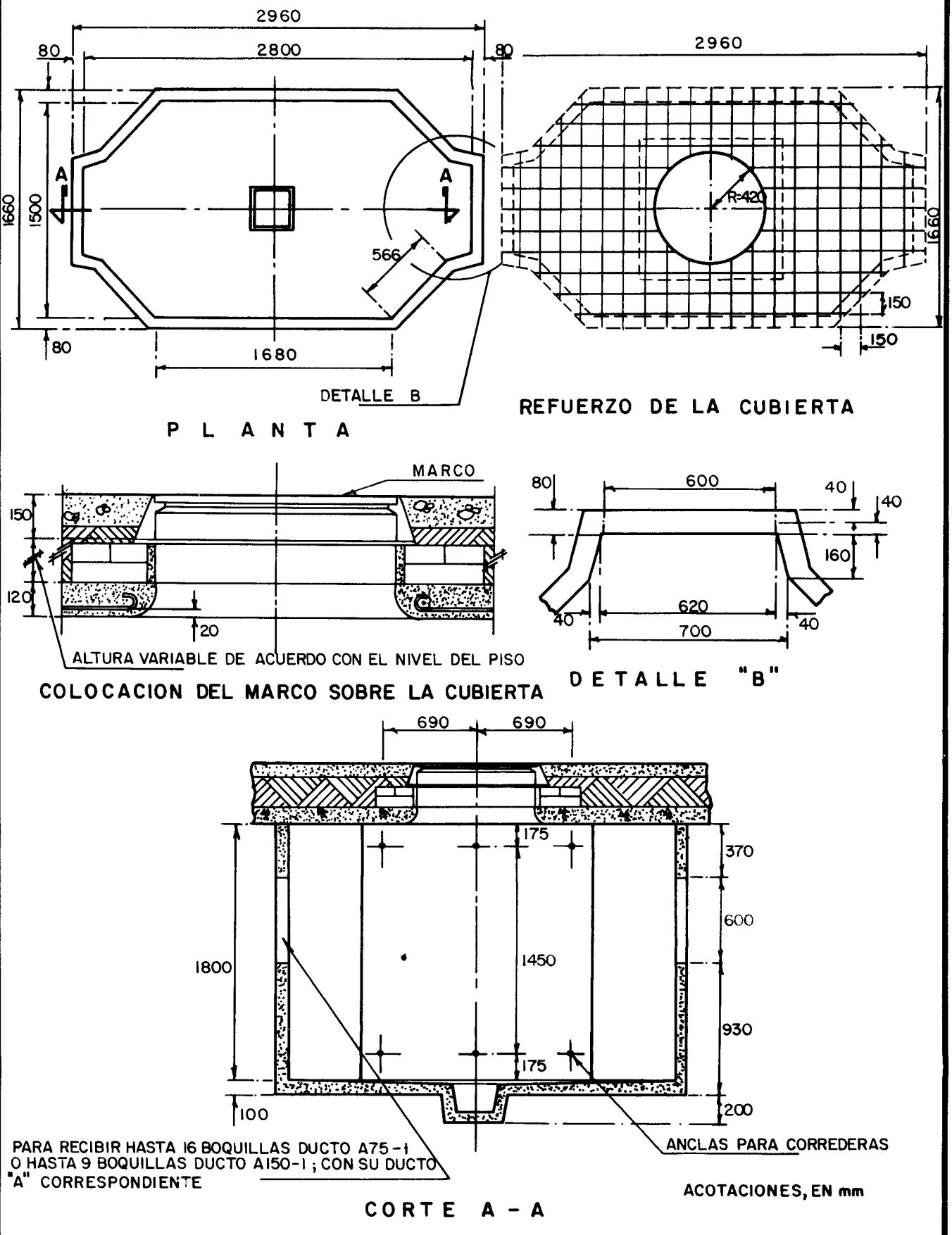
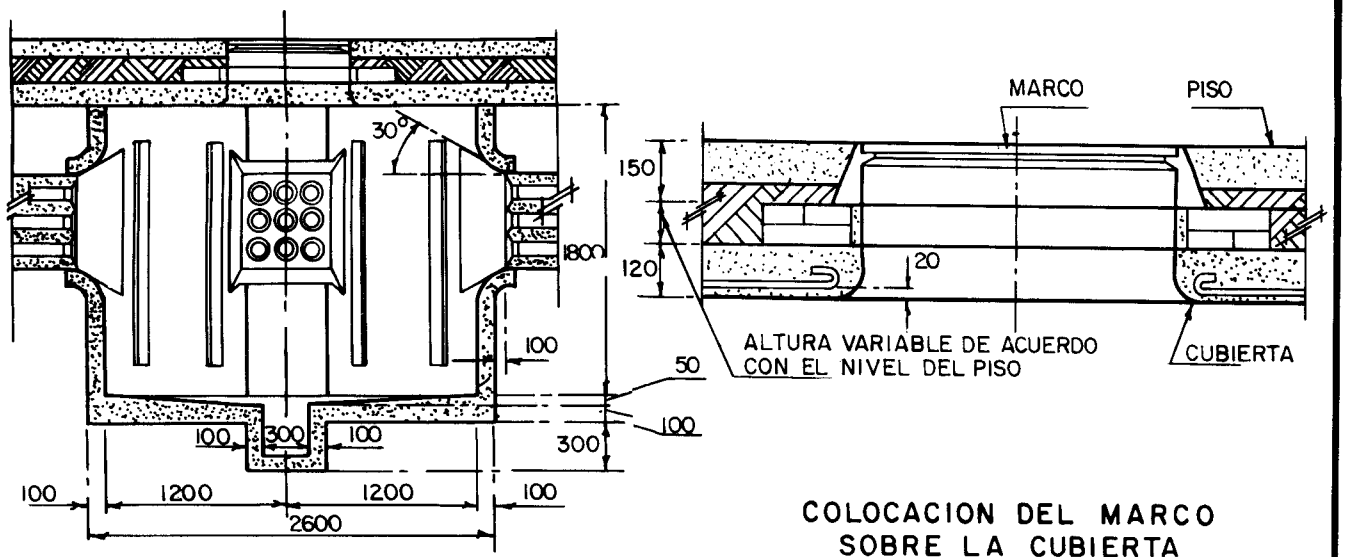
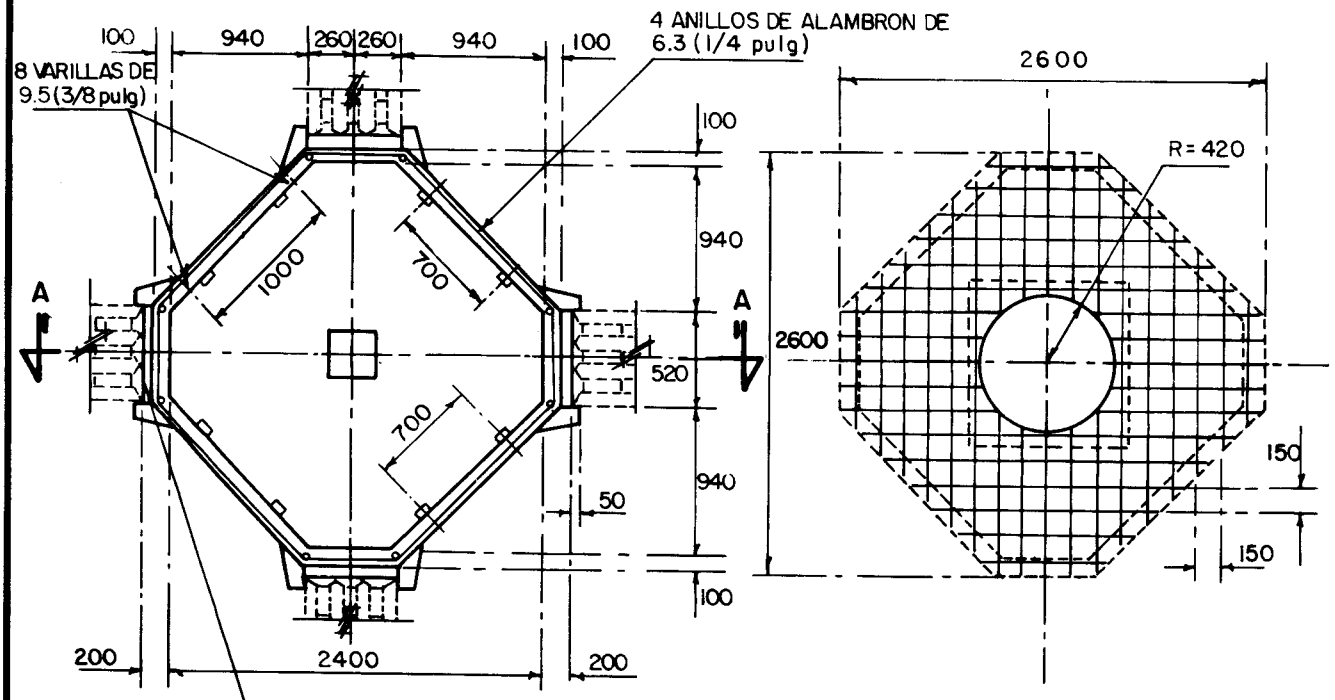


Fig 002-7 Pozo registro. Dimensiones generales



CORTE A-A

COLOCACION DEL MARCO
SOBRE LA CUBIERTA



PARA RECIBIR HASTA 16 BOQUILLAS DUCTO
A75-10 HASTA 9 BOQUILLAS DUCTO A150-1
CON SUS DUCTOS "A" CORRESPONDIENTES

REFUERZO DE LA CUBIERTA

PLANTA

ACOTACIONES, EN mm

Fig 002-8 Pozo registro. Dimensiones generales

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. C

CONDUCTOS Y ACCESORIOS METALICOS

002.C.01 CHAROLAS SOPORTE, TIPO ESCALERA

002.C.01.a DESCRIPCION

Las charolas soporte tipo escalera, conocidas simplemente como charolas, son estructuras rígidas y continuas especialmente construidas para soportar y conducir cables; en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México se utilizan para la conducción de los cables de control y en general, los de alumbrado y fuerza.

Las charolas son de lámina de acero rolada en frío con acabado galvanizado, por inmersión en caliente, maquinadas en forma de "U", en las cuales se colocan espaciadamente travesaños para el sostenimiento de los conductores. Por su forma y aplicación se dividen en: tramos rectos, curvas, derivaciones y conexiones. Atendiendo a su forma de fijación, se designan como del tipo ménsula.

Las charolas tienen acceso libre en toda su longitud y sólo son utilizadas para soportar cables que tengan aislamiento y cubierta aprobados para este tipo de instalación; en las partes donde se requiere una protección adicional contra daño mecánico se usan tapas o cubiertas.

En todas sus secciones, así como entre sus accesorios, las charolas están eléctricamente unidas entre sí y sólidamente conectadas a tierra a cada 50 metros.

002.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NOM B-172
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.004.J
Tuercas de acero al carbón o aleado	4.01.01.004.L
Productos de hierro y acero galvanizados por inmersión en caliente	NOM J-151
Productos de hierro y acero usados en la transmisión y distribución de la energía eléctrica	NEMA VE-1

002.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las charolas soporte tipo escalera, objeto de esta Especificación, deberán cumplir en forma general con lo indicado en las especificaciones y normas correspondientes referidas en 002.C.01.b, además de lo siguiente:

Las charolas deberán soportar las siguientes condiciones ambientales:

1. Temperatura ambiente promedio 301.1 K (28°C)
2. Temperatura ambiente máxima 313.1 K (40°C)
3. Temperatura ambiente mínima 263.1 K (-10°C)
4. Zona sísmica (aceleración máxima) 0.5g
5. Porcentaje de humedad relativa máxima 95 %
6. Porcentaje de humedad relativa mínima 21 %
7. Ambiente contaminado
8. Vida útil 15 a 20 años

Las charolas deberán cubrir los siguientes requisitos mecánicos:

1. Dureza 65 Rb
2. Resistencia a la tensión 137.34 MPa (1400 kg/cm²)
3. Las charolas deberán soportar una carga máxima uniformemente repartida de 90 kg/m en cuyo caso la deflexión máxima admisible será la indicada en la fig 002-9; además, deberán soportar una carga viva vertical o en planos inclinados en el eje central de la charola, sin rebasar la deflexión máxima admisible que indica la fig 002-9. Debe tomarse en consideración que el espaciamiento entre soportes es de 2.50 m en el caso más desfavorable; normalmente estarán espaciados a cada 2.40 metros.

002.C.01.c.01 Materiales

El espesor mínimo de la lámina para la fabricación de charolas antes del proceso de galvanización será de 1.8974 milímetros.

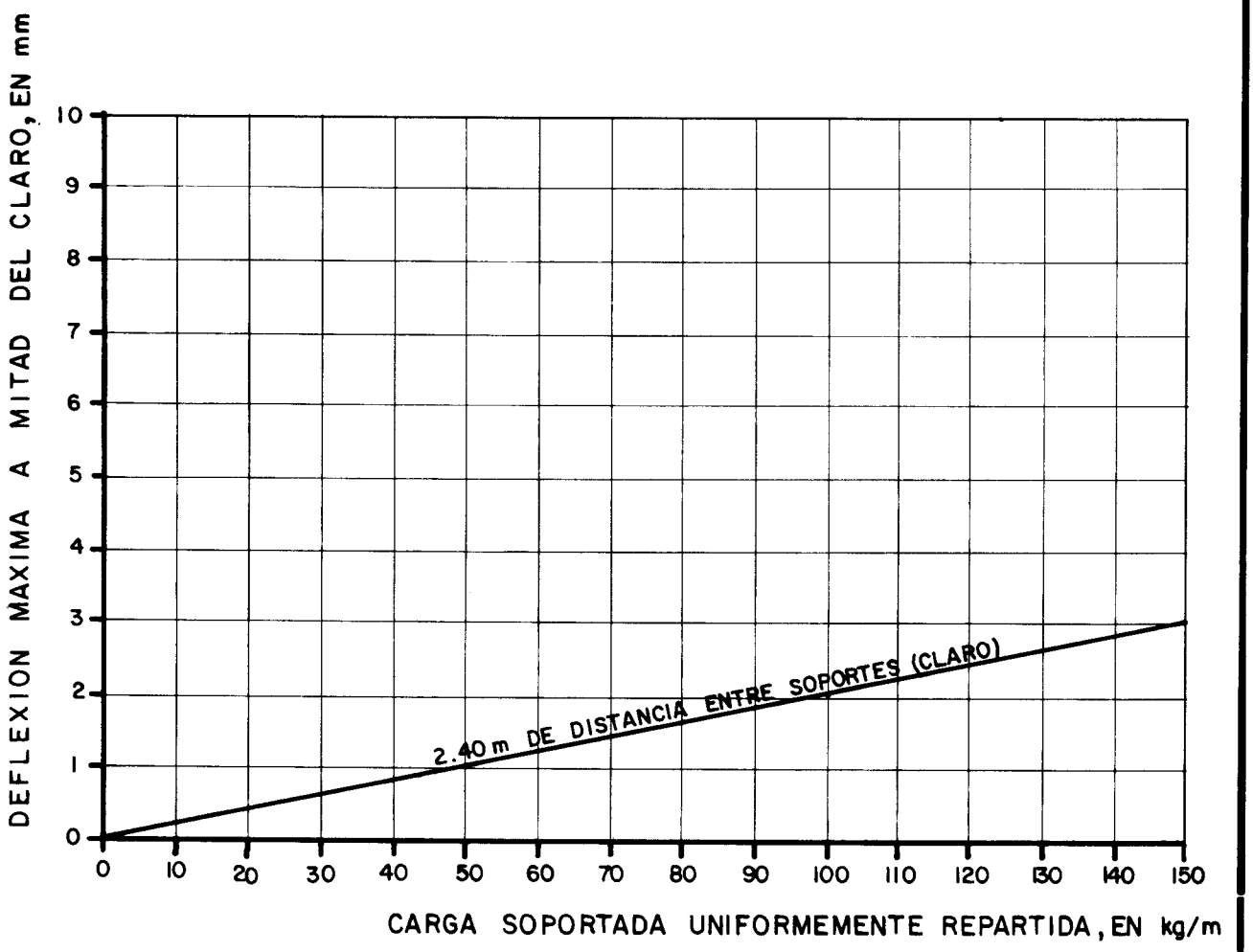


Fig 002-9 Deflexión máxima admisible para charolas de fierro galvanizado (todos los anchos)

002.C.01.c.02 Dimensiones

1. Los rieles laterales o largueros deberán tener cajas superiores e inferiores de 2.06 cm como se indica en la fig 002-10.

2. Los travesaños que formarán el piso de la charola estarán espaciados a cada 22.86 cm y serán en forma de "U" invertida de 3.8 cm de ancho y una longitud de acuerdo al ancho de la charola y con un peralte de 2.2 cm con preparaciones adecuadas a la sujeción de cables, es decir proporciones de 1.3 cm x 1.6 cm a cada 2.54 cm entre centros de perforación. La unión entre travesaños y las caras laterales de la charola serán por doblez sin soldadura (Ver Fig 002-10).

3. Los tramos deberán ser perfectamente lineales por lo que no se aceptarán tramos torcidos o con flechas horizontales o verticales.

4.. Se utilizarán tres tipos de dimensiones que son los siguientes anchos interiores libres:

   15.24 cm

   22.86 cm

   40.64 cm

5. Se manejará una altura libre de 5.8 cm para los tres anchos y el peralte total deberá ser de 8.25 centímetros.

6. Cada tramo de charola deberá tener una longitud de 3.66 m con sus preparaciones en cada extremo para poder empalmarlas e irán acompañadas con sus conectores tipo Z y tornillería respectiva, a fin de tener estructuras continuas.

002.C.01.c.03 Fabricación

La fabricación de las charolas de fierro galvanizado deberá ser tal que, reduzca al mínimo los riesgos de operación, cortantes o aristas pronunciadas que puedan causar daño físico al operador o a los cables.

002.C.01.c.04 Conectores

Cada unión deberá formar una estructura continua, libre de obstáculos y desniveles entre tramos de charolas, sean rectos, curvos, cruces, reducciones, etc., y deberán hacerse con conectores del tipo que se muestra en la fig 002-11 de fácil montaje y que garanticen, además de una buena unión mecánica, una fijación adecuada de los elementos de conexión. La rigidez de la charola no deberá ser menor en los puntos de unión a la especificada en la fig 002-9; la charola y sus elementos de unión deberán ser diseñados para que el montaje se lleve a cabo con facilidad en el lugar de la instalación.

1. Conectores tipo "Z". Tendrán las dimensiones y características que se especifican en la fig 002-11 y se fabricarán en lámina de acero calibre 14, galvanizada por inmersión en caliente e irá acompañada por tornillos tipo cabeza de coche de 8 mm (5/16 pulg.) de diámetro por 19 mm (3/4 pulg.) de longitud, rondana de 8 mm (5/16 pulg.) Ø y tuerca hexagonal de 8 mm (5/16 pulg.) Ø, todos ellos cadminizados.

2. Conectores tipo recto. Serán de las dimensiones y características que se especifican en la fig 002-11 y se fabricarán en lámina de fierro calibre 14 galvanizada por inmersión en caliente e irá acompañada por seis tornillos tipo cabeza de coche de 8 mm (5/16 pulg.) de diámetro por 19 mm (3/4 pulg.) de longitud, seis rondanas planas de 8 mm (5/16 pulg.) Ø y seis tuercas hexagonales de 8 mm (5/16 pulg.) Ø, todos ellos cadminizados. Los tornillos tendrán cuerda estándar.

002.C.01.c.05 Juntas de expansión

La junta de expansión se fabricará en lámina de fierro calibre 14 y será galvanizada por inmersión en caliente; dicha junta tendrá las dimensiones y características que se indican en la fig 002-12. La junta deberá permitir el libre desplazamiento de los tornillos que la unen a las charolas debido a las dilataciones o contracciones mecánicas del sistema. Se requerirá una junta de expansión por cada 50 m de charola de fierro galvanizado, con el fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que tenga el sistema por los efectos de temperatura. Estas juntas se instalarán únicamente en tramos superficiales o elevados.

002.C.01.c.06 Accesorios

Deberán existir elementos que proporcionen cambios de dirección y de nivel de los tramos como son curvas horizontales y verticales, derivaciones y reducciones cuyas dimensiones serán indicadas en el proyecto. (Ver fig 002-13.)

002.C.01.c.07 Soportes

Serán diseñados para soportar el peso de las charolas con sus cables de acuerdo con el espaciamiento que en los casos más desfavorables será de 2.50 m; esta carga será de 600 kg/m en cada soporte. Además, deberán ser adecuados para soportar una carga adicional de 100 kg en cualquier dirección.

1. Material. Los soportes deberán ser fabricados en acero estructural o perfiles formados con lámina de fierro calibre 11, galvanizado por inmersión en caliente; el galvanizado comprende canal profundo, ménsulas y topes ajustables (Ver figs 002-14 y 002-15.) Los soportes tendrán perforaciones de 2.22 cm por 1.90 cm espaciadas a cada 1.58 centímetros.

2. Dimensiones. Las dimensiones del canal profundo, la ménsula y el tope ajustable serán las indicadas en el proyecto y deberán ser adecuadas para el tipo de charolas que soporten.

3. Acabados. Los soportes deberán ser galvanizados por inmersión en caliente, después de maquinados; las piezas acabadas deberán quedar libres de escamas, espacios sin galvanizar, rebabas y filos que puedan dañar los cables o a las personas, ya sea durante su instalación o posteriormente durante su operación y mantenimiento.

002.C.01.c.08 Tolerancias

1. En todas las dimensiones generales de las charolas y accesorios, tales como altura, anchos, radios de curvatura, etc., se permitirá una tolerancia de ±0.5 por ciento.

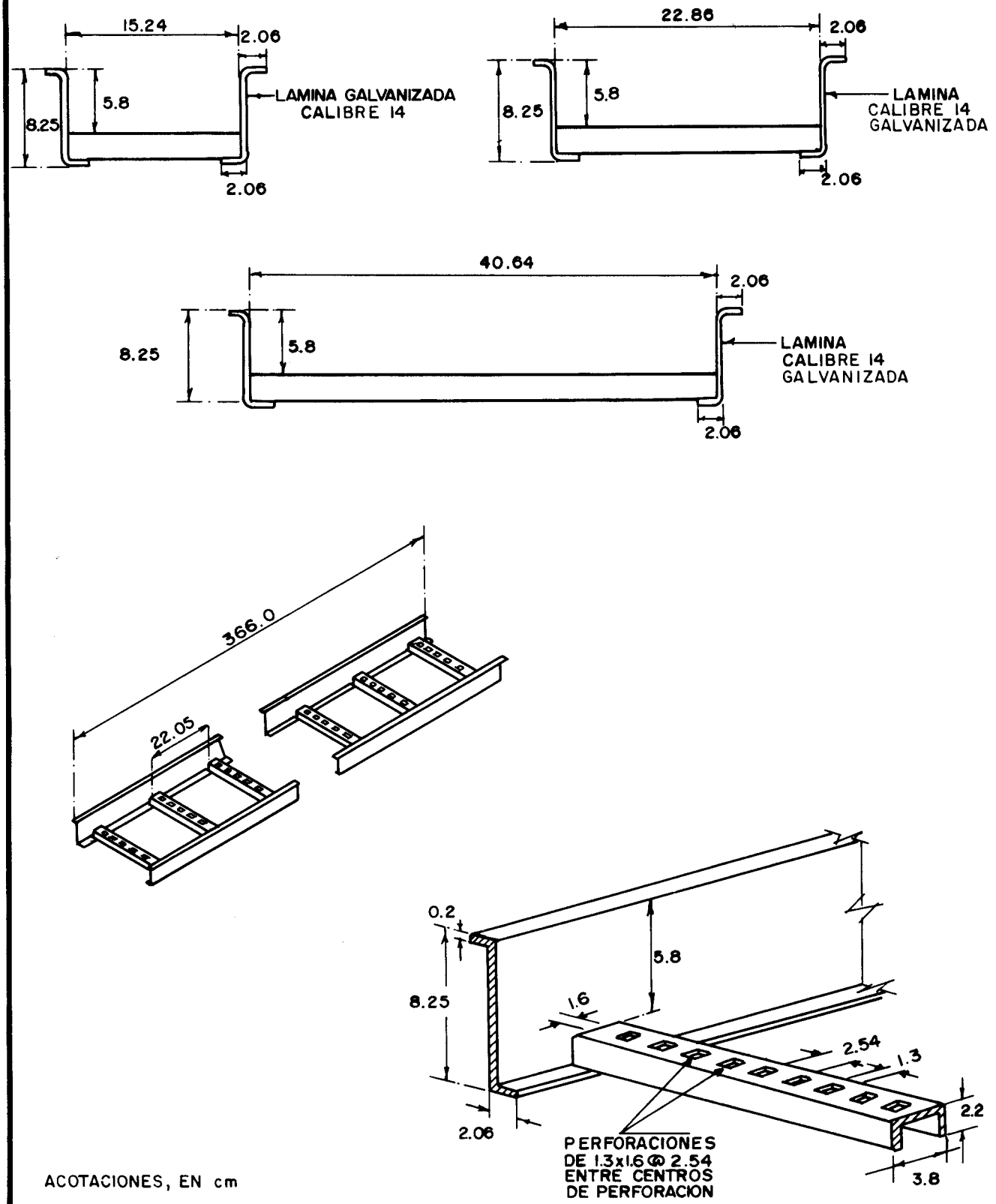
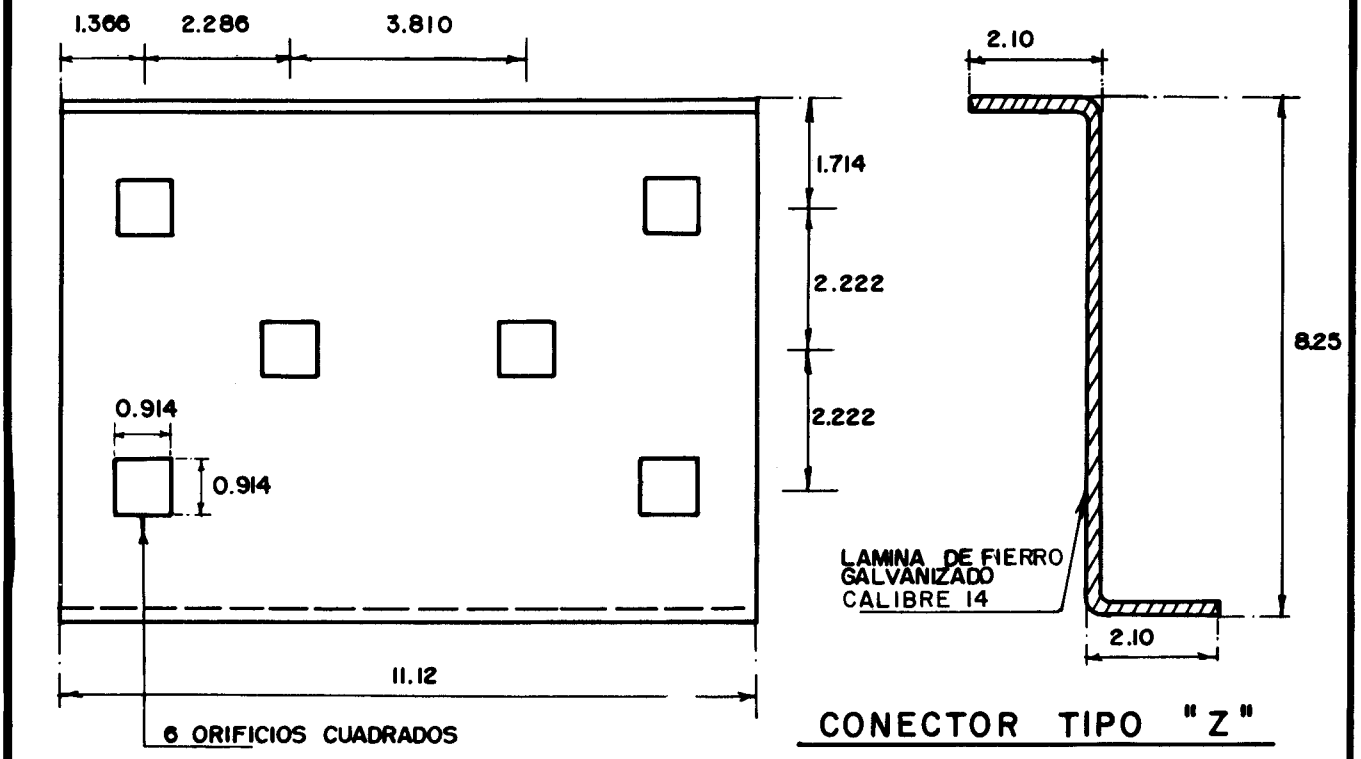


Fig 002-10 Dimensiones de charolas



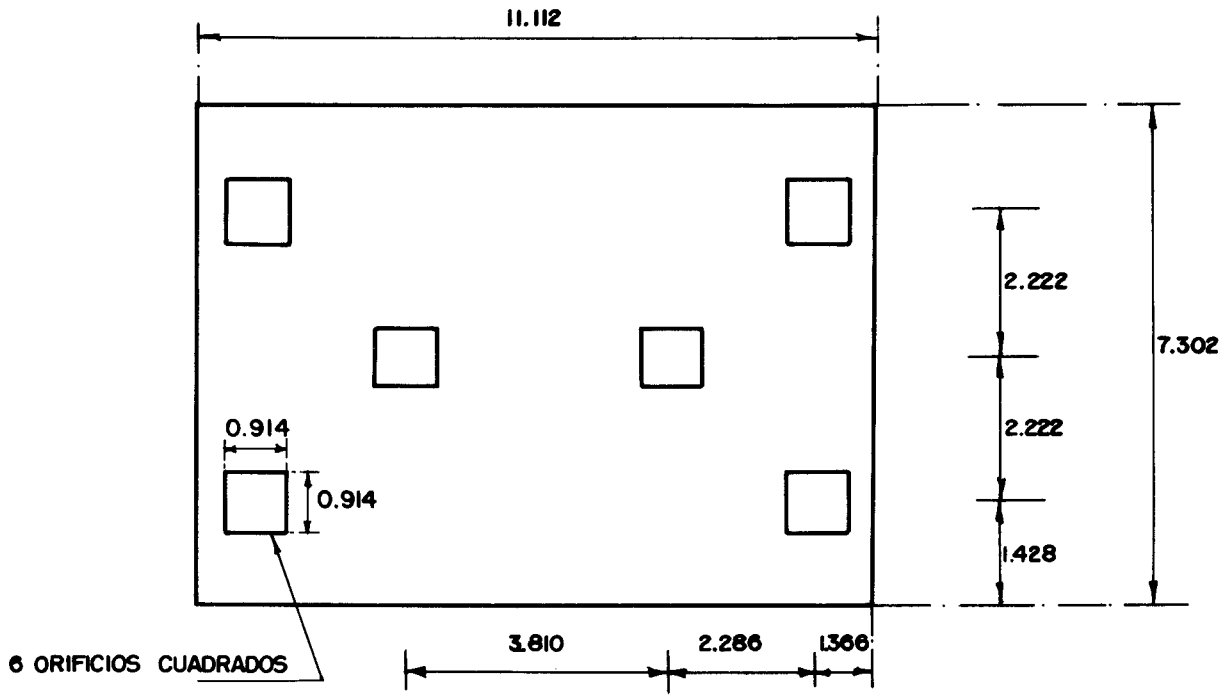
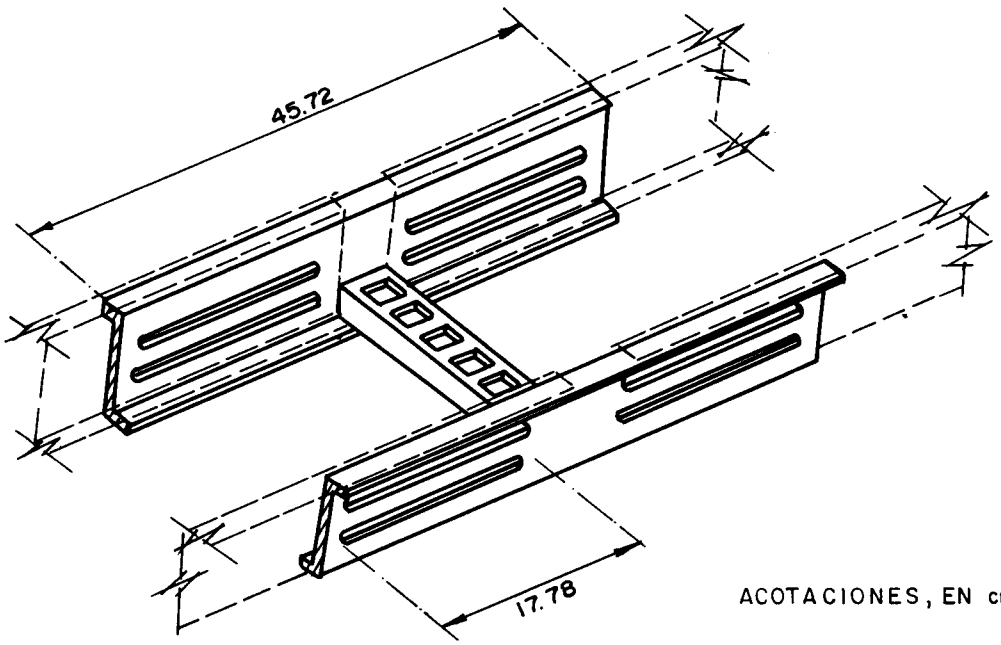
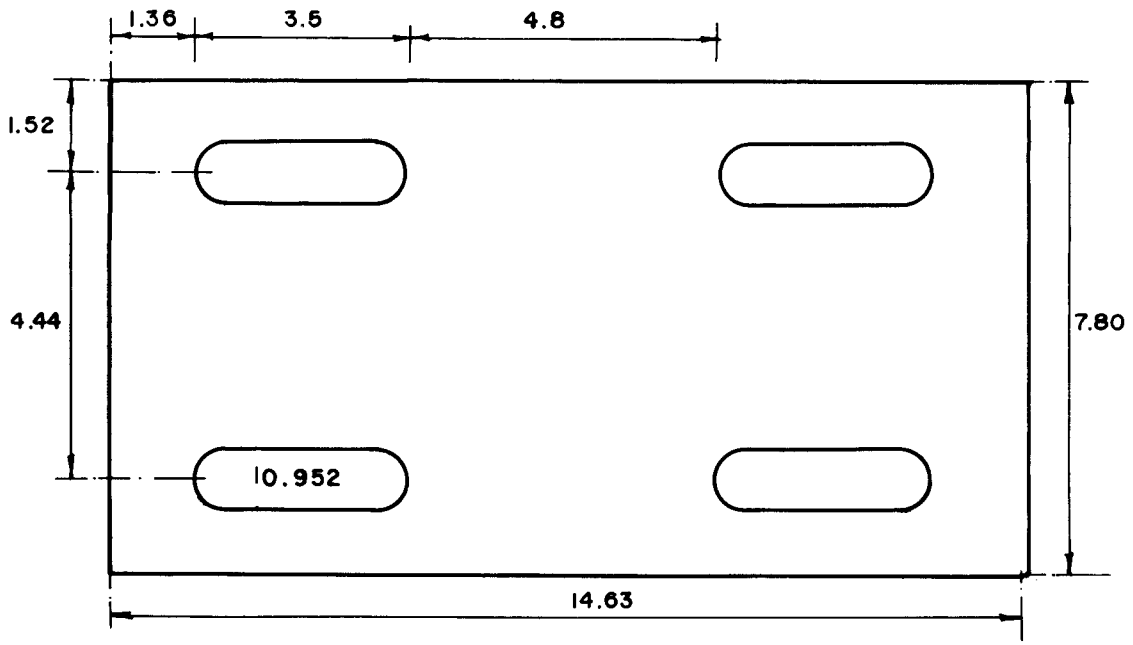


Fig 002-11 Tipos de conectores

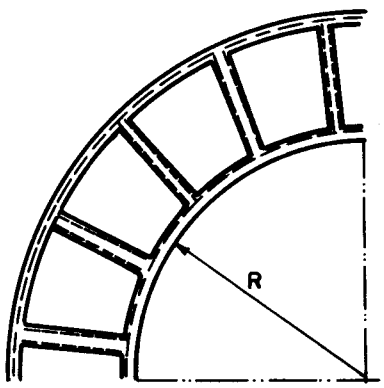


ACOTACIONES, EN cm

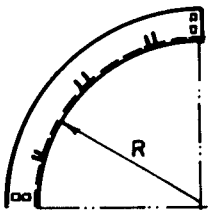


ACOTACIONES, EN cm

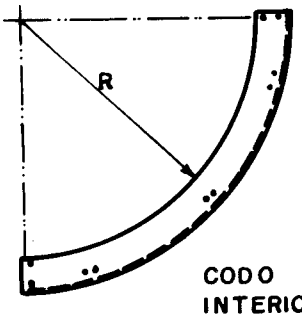
Fig 002-12 Juntas de expansión



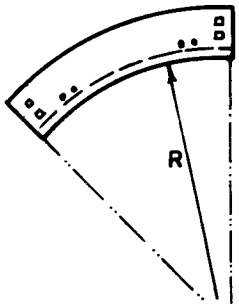
CODO HORIZONTAL A 90°



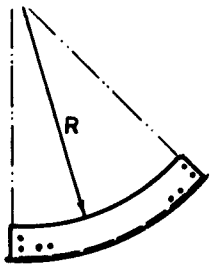
CODO VERTICAL EXTERIOR A 90°



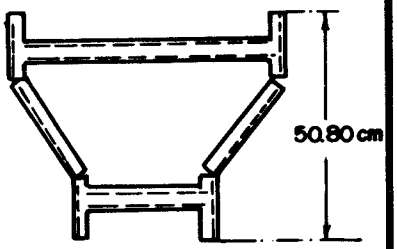
CODO VERTICAL INTERIOR A 90°



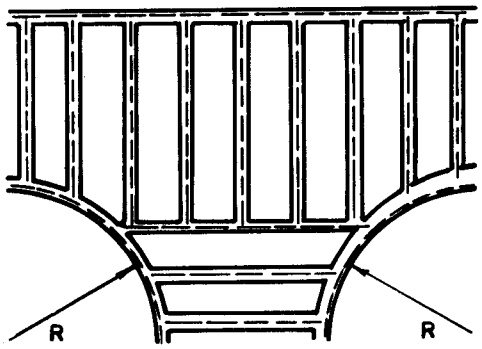
CODO VERTICAL EXTERIOR A 45°



CODO VERTICAL INTERIOR A 45°



REDUCCION RECTA



"Te" HORIZONTAL

Fig 002-13 Elementos curvos, reductores y de derivación

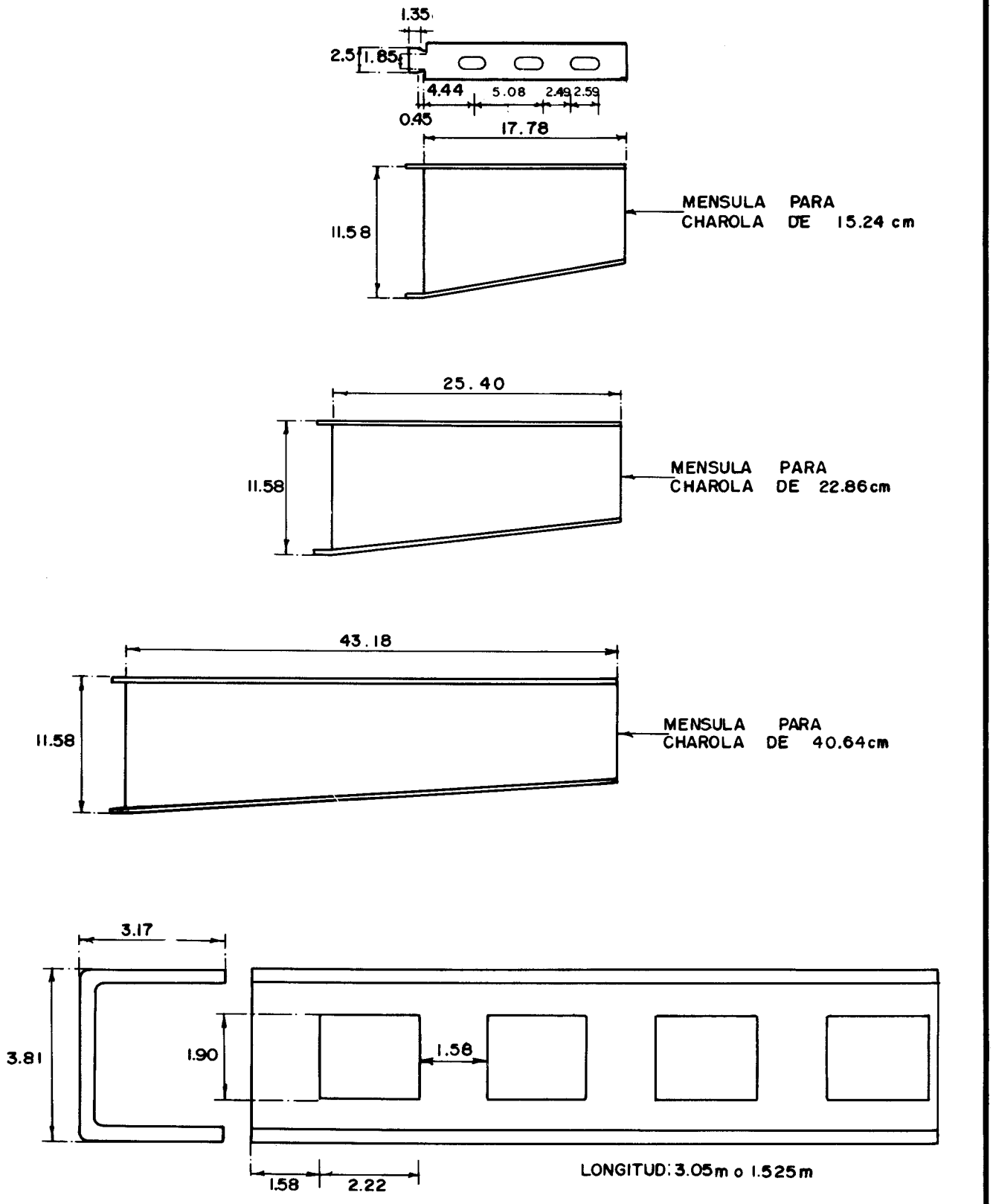
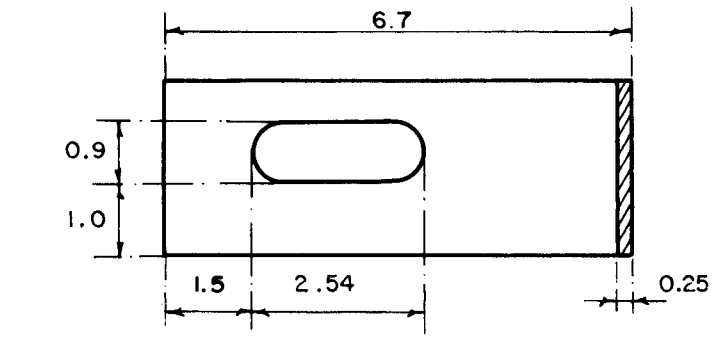
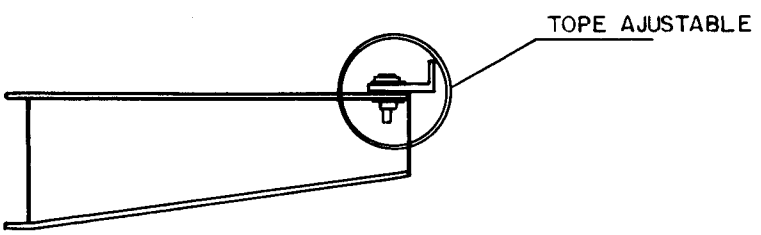


Fig 002 - 14 Ménsulas y canal vertical tipo profundo



PLANTA



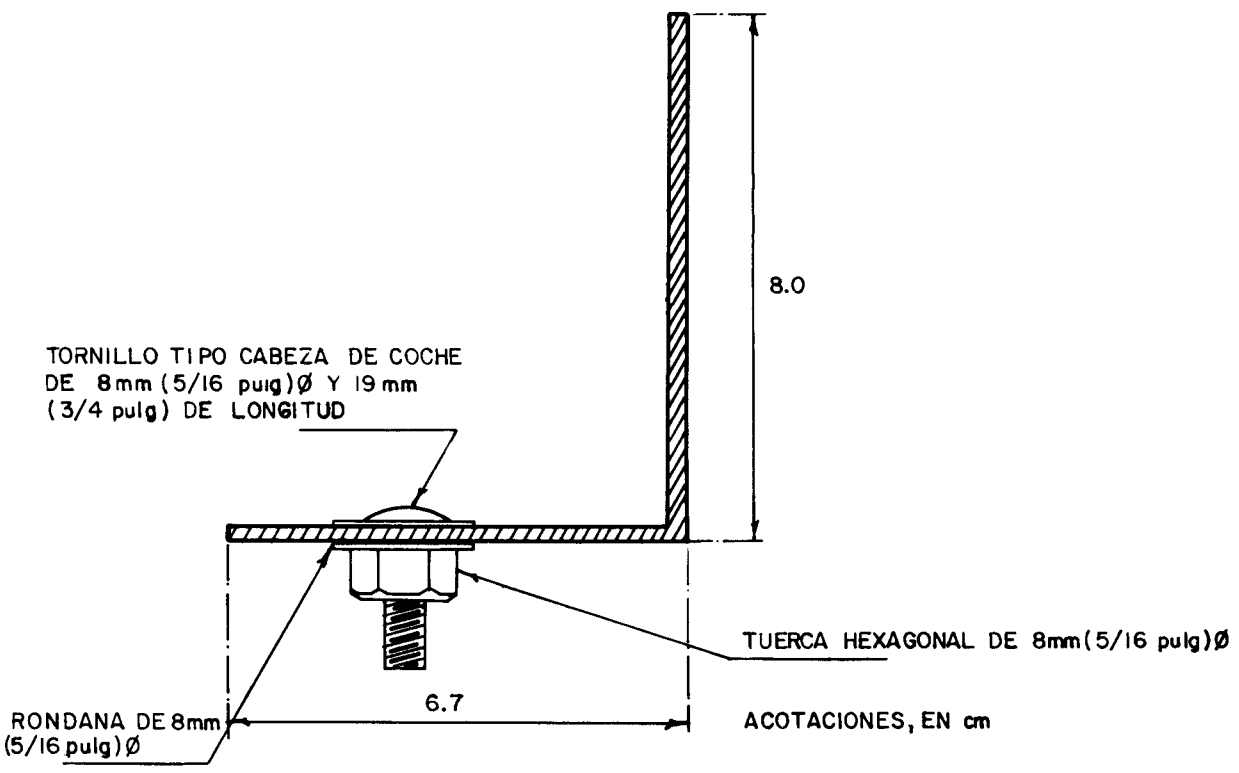


Fig 002-15 Tope ajustable

2. En todas las características mecánicas de las charolas y accesorios, se aceptará una tolerancia de 5 por ciento.

002.C.01.c.09 Pruebas e inspección

Las charolas se someterán a pruebas de aceptación en la cantidad que indique el Representante para considerarse éstas como prototipos antes de iniciar la fabricación del pedido en cuestión. El Representante se reservará el derecho de la inspección de las charolas, soportes y accesorios durante su fabricación, lo mismo que los materiales que sean empleados en éstos, con el fin de comprobar su calidad y características especificadas y aceptará o rechazará estos materiales, dependiendo de los resultados obtenidos.

1. Pruebas dimensionales. Se verificará que los elementos cumplan con las dimensiones de longitud, espesor y ancho de acuerdo con las tolerancias máximas señaladas en 002.C.01.c.08.

2. Pruebas mecánicas

   Tensión. Se llevará a cabo como se indica en la norma NOM B-172.

   Dureza. Cumplirá con lo señalado en la norma NOM B-172.

   Aleación. Se verificará la composición química del material que se indica en la norma NOM B-1.

   Galvanizado. Se llevará a cabo por inmersión en caliente conforme a lo señalado en la norma NOM J-151.

002.C.01.c.10 Recepción

Para aceptar las charolas y sus accesorios, se deberán escoger cinco piezas de cada lote de 100 al azar, para realizar las pruebas correspondientes de acuerdo con el siguiente criterio:

1. A las cinco piezas se les someterá a una inspección visual para constatar que su acabado y presentación no tiene defectos, tales como aristas peligrosas, deformación por exceso de tiempo en galvanizado, etc. Si de las cinco piezas que se inspeccionan dos o más presentan alguno de estos defectos, se repetirá la prueba con otras cinco piezas del mismo lote y si vuelve a ocurrir que dos o más piezas presentan defectos, se rechazará el lote.

2. A las mismas cinco piezas elegidas se les someterá a una escrupulosa medición de cada una de sus dimensiones. Si de las cinco piezas que se miden dos o más rebasan en alguna de sus dimensiones las tolerancias permitidas, se repetirá la prueba con otras cinco piezas del mismo lote y si vuelve a ocurrir que dos o más piezas rebasan las tolerancias en alguna de sus dimensiones, se rechazará el lote.

3. Se seleccionará una pieza de cada lote de 100, para someterla a las pruebas mecánicas que se señalan en 002.C.01.c.09. En casos de no respetar las tolerancias señaladas en 002.C.01.c.08, se deberá repetir estas pruebas en otras dos piezas seleccionadas al azar y si nuevamente se rebasan en estas piezas las tolerancias permitidas, se rechazará el lote completo. Todas las piezas que debido a las pruebas resulten dañadas o destruidas correrán a cargo al proveedor.

002.C.01.c.11 Garantía

El fabricante garantizará que el material que ampara la presente especificación será de primera calidad, libre de fallas de diseño y fabricado de acuerdo a las características especificadas. Las charolas y los accesorios deberán ser nuevos, libres de fallas de diseño y estar garantizados por escrito, por un mínimo de 18 meses a partir de la fecha de su recepción en almacén por parte del Representante.

002.C.01.c.12 Identificación y embarque

Todos y cada uno de los elementos que conforman el sistema de charolas deberán ser identificados plenamente con la marca del fabricante y año de fabricación; dicha identificación quedará en lugar visible y anotada con un medio indeleble con una marca o símbolo que sea adecuada y no mayor de 7 x 3 cm. Todo el material inspeccionado y aprobado deberá ser embarcado inmediatamente, para lo cual el proveedor deberá contar con los medios necesarios para cumplir con este requisito.

002.C.02 TUBERIA CONDUIT RIGIDA

002.C.02.b REFERENCIAS

Los tubos y conexiones son conductos rígidos metálicos y cerrados de sección circular de pared gruesa cuyo objeto es alojar y proteger mecánicamente a los conductores eléctricos, para utilizarse en las instalaciones de distribución de alumbrado y fuerza en baja tensión en el Metro de la Ciudad de México; deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.39.2 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, con la salvedad de que el diámetro mínimo que se utilice en las instalaciones del Metro será de 19 milímetros.

002.C.03 TUBERIA CONDUIT FLEXIBLE

002.C.03.a DESCRIPCION

Se describen los conductos metálicos flexibles que alojan y protegen a los conductores eléctricos.

La tubería conduit flexible utilizada en las instalaciones del Metro, corresponde al Tipo 1 (tubo flexible desnudo) que es un tubo de cinta de acero que se obtiene a través de rodillos formando un engargolamiento helicoidal de tipo espiral.

La tubería conduit flexible será utilizada en los sistemas de alumbrado y fuerza de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y tendrá un diámetro de 19 mm como mínimo.

002.C.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Industria siderúrgica - Tubo metálico flexible	NOM B-56
Determinación de las durezas Rockwell y Rockwell Superficial de materiales metálicos	NOM B-119
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

002.C.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

El material deberá ser cinta de acero galvanizado con una dureza Rockwell B de 40 a 70.

Las dimensiones serán las indicadas en la tabla 002-2.

Tabla 002-2. Dimensiones del tubo conduit flexible desnudo

Tamaño nominal del tubo		Diámetro exterior, en mm	
mm	pulg.	Mínimo	Máximo
19	3/4	26.54	28.07
25	1	33.02	35.05
32	1 1/4	39.37	41.40
38	1 1/2	46.99	49.53
51	2	59.69	62.23
64	2 1/2	72.64	77.72
76	3	85.34	90.42
102	4	110.74	115.82

Resistencia a la tensión. El tubo ya terminado no deberá sufrir ningún desengargolamiento al aplicarle durante un minuto, una carga de 133.3 daN (136 kg).

El tubo deberá tener un diámetro mínimo de arrollamiento (D) para cada tamaño nominal, según se indica en la tabla 002-3 y en la fig 002-16.

Tabla 002-3. Diámetro mínimo de arrollamiento

Tamaño nominal del tubo		Diámetro mínimo de arrollamiento (D), en mm
mm	pulg.	
19	3/4	204
25	1	254
32	1 1/4	318
38	1 1/2	380
51	2	508
64	2 1/2	636
76	3	762
102	4	1016

El tubo deberá tener una flexibilidad tal que al sujetarlo, como se indica en la fig 002-17, la parte del tubo que queda en voladizo cae por peso propio y a la distancia mínima "A" indicada en la tabla 002-4, medida desde el plano vertical de la superficie y paralela al tubo.

Tabla 002-4. Distancia mínima "A" para ensaye de flexibilidad

Tamaño nominal del tubo		Distancia mínima "A", en mm
mm	pulg.	
19	3/4	112.5
25	1	147.5
32	1 1/4	187.5
38	1 1/2	214.0
51	2	287.0
64	2 1/2	359.0
76	3	430.0
102	4	574.0

Resistencia al aplastamiento. El tubo no deberá sufrir una deformación permanente mayor al 15 por ciento de su diámetro al aplicarle una carga de 147 daN (150 kg) (para todos los tamaños nominales), durante un minuto.

002.C.03.c.01 Muestreo y pruebas

1. El sistema de muestreo será establecido en base a la norma NOM Z-12 (R-18).

2. Los métodos de prueba serán los establecidos en la norma NOM B-56.

002.C.04 CAJAS Y GABINETES

002.C.04.b REFERENCIAS

Las cajas y gabinetes utilizados para empalmar, dar salida o poder jalar los conductores que se alojan dentro de las tuberías conduit, alojar implementos o equipo eléctrico de las instalaciones de distribución de alumbrado y fuerza del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.60 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

002.C.05 MONITORES, CONTRATUERCAS Y ABRAZADERAS

002.C.05.a DESCRIPCION

Los monitores, contratuercas y abrazaderas utilizados en el sistema de alumbrado y fuerza de las

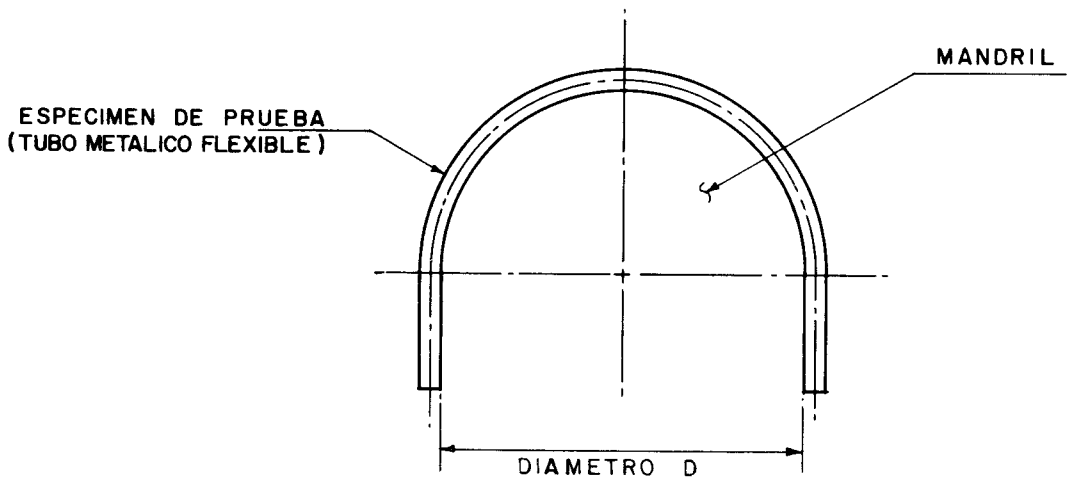


Fig 002-16 Diámetro mínimo de arrollamiento

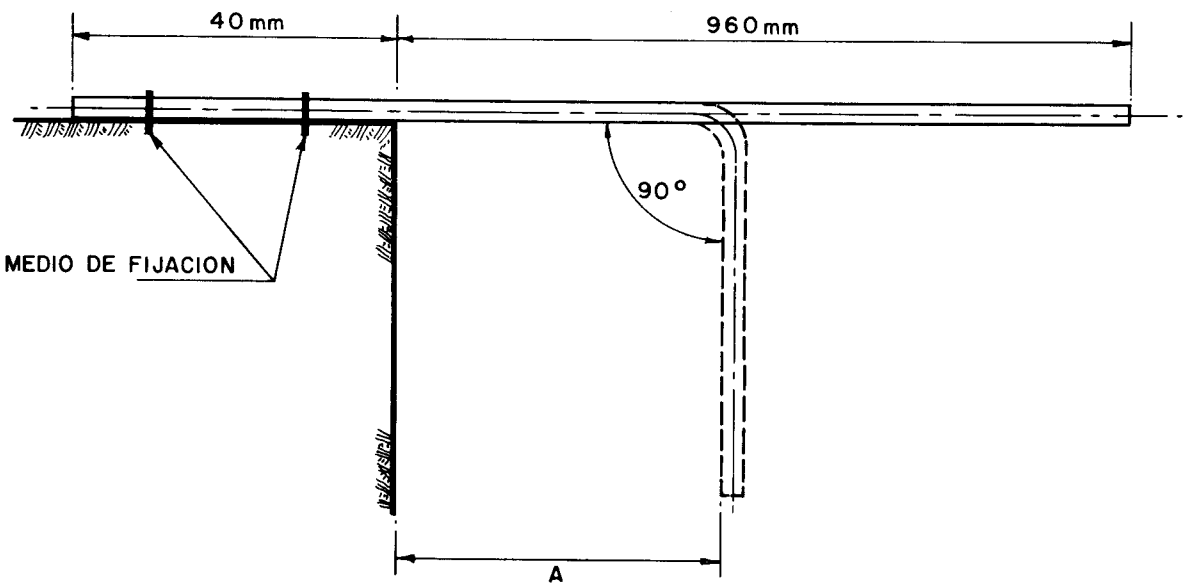


Fig 002-17 Flexibilidad

instalaciones del Metro de la Ciudad de México son los elementos que en conjunto rigidizan a la tubería conduit.

1. Se llaman monitores a las embocaduras que se atornillan en los extremos de los tubos conduit, con el objeto de evitar que se dañen los forros aislantes de los conductores que pasan por esos lugares.

2. Las contratuercas para tubos conduit son las piezas que se atornillan en las partes roscadas de los tubos con el objeto de sujetarlos en los orificios de las cajas de conexión; al otro extremo de la caja se atornilla el monitor. Se emplean también para afirmar los tubos en los orificios con cuerdas que tienen algunas cajas, conocidos como condulets.

3. Las abrazaderas para tubos conduit son los cinchos o las mordazas que se emplean para fijar los tubos al muro o a los soportes; pueden ser de una o dos orejas.

4. Los monitores, las contratuercas y las abrazaderas deberán ser galvanizadas por proceso de inmersión en caliente.

Los monitores, contratuercas y abrazaderas se clasifican en los siguientes tipos:

1. Monitores y contratuercas

   Tipo I. Monitores y contratuercas hechos de hierro como material básico.

   Tipo II. Monitores y contratuercas hechos de otros materiales metálicos, para tamaños nominales no mayores de 51 mm.

2. Abrazaderas

   Tipo I. Abrazaderas flexibles, de lámina (cinchos).

   Tipo II. Abrazaderas rígidas.

Los monitores, contratuercas y abrazaderas se componen de los materiales que a continuación se indican:

1. Los monitores y las contratuercas del tipo I, deben ser de fundición maleable o de acero.

2. Los monitores y las contratuercas del tipo II deben hacerse con uniones que permitan obtener piezas que cumplan con los requisitos de esta Especificación.

3. Las abrazaderas del tipo I deben ser de acero u otro metal laminado.

   Las abrazaderas del tipo 2 deben ser de hierro maleable o acero, o estar hechas con aleaciones de otros metales no quebradizos con los que se puedan obtener piezas con las propiedades mecánicas indicadas en esta Especificación.

002.C.05.b REFERENCIAS

Para los monitores, contratuercas y abrazaderas se hará uso, como referencia, de la norma NOM J-17 "Monitores, contratuercas y abrazaderas para tubos conduit".

002.C.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

002.C.05.c.01 Mecánicos

1. Las contratuercas del tipo II, hechas de materiales que no sean a base de hierro, deberán soportar cuando se hayan atornillado en un tubo normal del diámetro nominal para el que estén hechas, que se les aplique durante un minuto, una fuerza de tracción del valor que se indica en la tabla 002-5 en la dirección del eje del tubo y que tienda a sacarlas de él, sin que se desprendan del tubo.

Tabla 002-5. Contratuercas del tipo II para tubos conduit

Diámetro nominal del tubo		Fuerzas a la tracción que deben resistir las contratuercas, en kg
mm	pulg.	
19.05	3/4	70
25.40	1	80
31.75	1 1/4	90
38.10	1 1/2	100
50.80	2	120
63.50	2 1/2	150

2. Los cinchos y abrazaderas para tubos conduit deberán soportar, cuando se hayan montado debidamente sobre un tubo normal del diámetro nominal para el que estén hechos, que se les aplique durante cinco minutos una fuerza de tracción, perpendicular al plano de montaje, del valor que se indica en la tabla 002-6.

002.C.05.c.02 Construcción

1. En las contratuercas, el eje de la rosca deberá ser perpendicular a su cara, para que ésta asiente bien.

2. Los monitores y las contratuercas deberán tener forma hexagonal o de más caras en su exterior, o estar provistas de salientes, para que puedan apretarse fácilmente con una llave de tuercas o con otra herramienta de uso común.

3. Los monitores deberán tener su orificio redondeado a la salida, de manera que no se dañen los aislamientos en los conductores que pasen por él; debiendo ser ese orificio de un diámetro interior igual al exigido para el tubo del tamaño nominal con que deben usarse, con las tolerancias señaladas en 002.C.05.c.04.

4. Los monitores de combinación, que se empleen también como sombreros para obturar el conduit, deben tener su salida cerrada con un disco de

Tabla 002-6. Cinchos y abrazaderas para sujetar tubos conduit

Diámetro nominal del tubo		Fuerzas a la tracción que deben resistir los cinchos y abrazaderas, en kg
mm	pulg.	
19.05	3/4	70
25.40	1	85
31.75	1 1/4	100
38.10	1 1/2	115
50.80	2	135
63.50	2 1/2	170
76.20	3	225
88.90	3 1/2	270
101.60	4	320
114.30	4 1/2	410
127.00	5	450
125.40	6	450

metal de un espesor no menor de 0.25 mm que soporte el manejo ordinario del implemento antes y durante su instalación sin desprenderse ni dejar de obturar bien la embocadura, cuando se quieran usar como sombreros; pero que pueda quitarse con facilidad antes de atornillar en el tubo cuando se usan como monitores, debiendo además cumplir estos monitores con los requisitos de los dos párrafos anteriores.

002.C.05.c.03 Protección contra corrosión

1. Los monitores, las contratuercas y los cinchos y abrazaderas, deberán estar protegidos contra la corrosión con pintura, o con depósitos metálicos (exceptuándose los que estén hechos con materiales no susceptibles a la corrosión) así como las orillas que se hayan cortado en las piezas hechas por troquelado y los lugares que tengan cuerdas.
2. La pintura protectora debe ser prácticamente insoluble en agua, debe cubrir uniformemente la superficie pintada, ser compacta y bastante flexible y adherente para que, cuando se pruebe dentro de un periodo de un año después de aplicada, pueda llenar los requisitos que se expresan en la norma NOM J-17.
3. Las capas de zinc o de cadmio de las piezas hechas de hierro o de acero, deben tener un espesor no menor de 0.010 milímetros.

002.C.05.c.04 Dimensiones y tolerancias

1. Las contratuercas para tubo conduit deben tener las dimensiones y las cuerdas que se especifican en la tabla 002-7.

Tabla 002-7. Contratuercas para tubos conduit. Dimensiones y tolerancias

Diámetro nominal del tubo		Espesor mínimo de la contratuerca, en mm	Espesor máximo de la contratuerca, en mm	Diámetro máximo entre esquinas o partes más alejadas del centro, en mm	Número de cuerdas en 25.4 mm	Diámetro de paso de la cuerda, en mm *
mm	pulg					
19.05	3/4	3.56	5.41	37.59	14	25.68
25.40	1	4.32	7.06	45.82	11 1/2	32.16
31.75	1 1/4	4.32	7.41	58.65	11 1/2	40.92
38.10	1 1/2	4.32	7.56	65.99	11 1/2	46.99
50.80	2	4.75	8.06	80.65	11 1/2	59.00
63.50	2 1/2	9.53	12.91	90.47	8	71.15
76.20	3	9.53	13.66	107.95	8	87.07
88.90	3 1/2	11.13	14.31	122.00	8	99.77
101.60	4	11.13	14.91	137.21	8	112.42
114.30	4 1/2	12.70	15.56	152.48	8	125.10
127.00	5	12.70	16.31	169.52	8	139.40
152.40	6	14.27	17.61	201.52	8	166.24

* Con tolerancia de 0.13 mm por exceso o por defecto

2. Los monitores deben tener las dimensiones y las cuerdas indicadas en la tabla 002-8.

3. Los cinchos y abrazaderas para sujetar tubos conduit deben estar arreglados de manera que tengan la posibilidad de ajustar bien alrededor del tubo y que éste se pueda sujetar sin que le quede juego en ningún sentido.

4. Para tubos hasta de 25.4 mm. Los cinchos de lámina hechos para sujetarse con un solo tornillo, deben tener por lo menos un espesor de 1.85 milímetros.

5. Los cinchos de lámina que se sujetan con dos tornillos deben tener el espesor especificado en la tabla 002-9.

6. Las abrazaderas de lámina, combadas, deberán tener también como mínimo el espesor que fija la tabla 002-9.

7. Los taladros para el montaje de los cinchos deben tener el diámetro que se indica en la tabla 002-9.

002.C.05.c.05 Identificación

1. Los monitores, contratuercas y abrazaderas deberán tener grabada la marca del fabricante, siempre que alguna dimensión de estas piezas exceda de 40 milímetros.

2. Los envases o empaques deberán tener, de forma indeleble, una leyenda que indique el tamaño no-

Tabla 002-8. Monitores para tubos conduit. Dimensiones y tolerancias

Diámetro nominal del tubo		Largo mínimo de la parte roscada, en mm		Ancho mínimo entre las esquinas o partes más alejadas del centro, en mm	Número de cuerdas en 25.4 mm	Diámetro de paso de la cuerda, en mm *
mm	pulg.					
19.05	3/4	7.14	28.58	31.67	14	25.12
25.40	1	8.33	35.56	38.71	11 1/2	31.47
31.75	1 1/4	8.74	44.45	49.10	11 1/2	40.21
38.10	1 1/2	9.12	50.57	55.80	11 1/2	46.28
50.80	2	10.31	62.71	68.58	11 1/2	58.32
63.50	2 1/2	11.91	75.59	81.86	8	70.15
76.20	3	11.91	91.85	98.43	8	86.06
88.90	3 1/2	15.09	104.78	112.57	8	98.78
101.60	4	15.88	117.63	126.16	8	111.43
114.30	4 1/2	17.48	130.71	140.72	8	124.10
127.00	5	17.48	145.52	157.99	8	138.40
152.40	6	19.05	172.97	187.86	8	165.25

* Con tolerancia de 0.13 mm por exceso o por defecto

Tabla 002-9. Cinchos para sujetar tubos conduit

Diámetro nominal del tubo con que debe usarse		Diámetro de los taladros del cincho, en mm *	Espesores mínimos de cinchos con dos taladros, en mm
mm	pulg.		
19.05 a 25.40	3/4 a 1	7.94	1.14
31.75 " 38.10	1 1/4 a 1 1/2	11.11	1.50
50.80 " 76.20	2 a 3	14.29	2.00
88.90 " 152.40	3 1/2 a 6	17.46	3.00

* Tolerancia de 0.1 mm por exceso o defecto

minal del tubo en que deban emplearse, así como el nombre o marca del fabricante.

002.C.05.c.06 Muestreo

El muestreo se realizará de acuerdo a lo siguiente:

1. Lote de entrega. Lo constituyen todas las piezas que sean motivo de la recepción.

2. Para la comprobación de los otros requisitos de esta Especificación se dividirá el lote de entrega como sigue:

   — De cada 10 envases de piezas similares de igual tamaño nominal, o fracción de 10 que se tenga, se escogerá un envase, para formar con estos últimos un lote de prueba.

3. Lote de muestras. Para las pruebas se considerarán como representativas tres muestras, si se trata de monitores de cualquier tipo o de contratuercas del tipo I, o seis muestras, si se trata de contratuercas del tipo II, de cinchos o abrazaderas.

002.C.05.c.07 Pruebas

Las pruebas se realizarán de acuerdo a lo indicado en III.B (Pruebas) de la norma NOM J-17.

002.C.06 CONDULETS Y ACCESORIOS

002.C.06.a DESCRIPCION

Los condulets son cajas registro que se utilizan en instalaciones con tubería conduit roscada para facilitar el alambrado y hacer empalmes y derivaciones en los conductores. Alojan y permiten el montaje de implementos o equipo eléctrico, tales como contactos, apagadores, interruptores, luces piloto y estaciones de botones, entre otros. En el Metro de la Ciudad de México se utilizan principalmente en las instalaciones de baja tensión y alumbrado y fuerza.

Los accesorios de los condulets son los elementos que permiten una buena instalación entre éstos; se tienen principalmente tapas, empaques, reducciones y tapones.

Los condulets objeto de esta Especificación son de las características siguientes: para utilizarse con tubería roscada, su forma será ovalada o rectangular, para ser usados a la intemperie en áreas no peligrosas y con las siguientes aplicaciones: para unir y jalar conductores, montaje de implementos, salida de conductores, cambios de dirección y derivaciones en T y en X.

002.C.06.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cajas y gabinetes	DDF 5.60
Cajas de conexión para instalaciones eléctricas	NOM J-23
Clasificación y composición del aluminio de primera fusión para fundición	NOM W-38

002.C.06.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los condulets y accesorios que se describen en la presente Especificación, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas correspondientes referidas en el inciso anterior.

002.C.06.c.01 Garantía

El proveedor garantizará que los elementos estén libres de defectos de diseño, fabricación y materiales, obligándose a reponer el o los lotes que no cumplan, sin cargo alguno.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. D

CABLES CONDUCTORES, EMPALMES TERMINALES Y AISLANTES

002.D.01 CABLES PARA ALTA TENSION

002.D.01.a DESCRIPCION

Los cables a que se refiere esta especificación son cables monopolares de 2/0 AWG (67.43 mm^2), para tensión nominal de 23 kV, conductor de cobre suave compacto, con aislamiento de etileno propileno o polietileno de cadena cruzada, destinados a la distribución de la energía eléctrica para la alimentación de las subestaciones de alumbrado y fuerza del Metro de la Ciudad de México.

Estos cables se podrán utilizar en sistemas trifásicos, tendrán el 100 por ciento de nivel de aislamiento y serán apropiados para instalación en charolas y ductos.

Estos conductores se deberán seleccionar de acuerdo al tipo de instalación, seguridad, mantenimiento, etcétera.

1. Cable de cobre con aislamiento de etileno-propileno (EPR) y cubierta de PVC. Está constituido por un conductor de cobre suave cableado compacto, cubierto con una pantalla semiconductora extruida con aislamiento elastomérico a base de etileno-propileno sobre el cual lleva una pantalla semiconductora extruida y sobre ésta una pantalla metálica formada por cinta o alambres de cobre; el conjunto es protegido por una cubierta de cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la propagación de la flama.

002.D.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos	NOM J- 12
Alambre de cobre suave para usos eléctricos	NOM J- 36
Cable de cobre con cableado redondo compacto para usos eléctricos	NOM J- 59
Determinación de los diámetros de conductores eléctricos desnudos	NOM J- 66 NOM J- 93
Conductores con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, para usos eléctricos	NOM J-142
Cables de energía con aislamiento elastomérico a base de etileno-propileno	NOM J-176
Determinación de espesores de pantallas semiconductoras. Aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-177
Cubiertas protectoras para cables a base de materiales termoplásticos	NOM J-292
Método de prueba de alta tensión a corriente alterna y corriente directa para conductores eléctricos aislados	NOM J-293
Método de prueba para la determinación de resistencia de aislamiento de conductores eléctricos	NOM J-294
Método de prueba para la verificación de lo no propagación del incendio	NF HN-3280

002.D.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

002.D.01.c.01 Materiales

Los cables descritos en esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas correspondientes referidas en 002.D.01.b de acuerdo a lo siguiente:

1. Cable de cobre con aislamiento de etileno-propileno (EPR) y cubierta de PVC. Estos cables deberán cumplir en forma general con lo establecido en la norma NOM J-176 además de lo siguiente:

   Conductor. Deberá ser de cobre cableado compacto el cual debe cumplir lo indicado en la norma NOM J-59.

   Pantalla sobre el conductor. Será de un material semiconductor termofijo de color negro compatible con el aislamiento y el conductor; el compuesto será extruido sobre el conductor con un espesor promedio no menor de 0.4 mm y un espesor mínimo en cualquier punto no menor de 0.3 milímetros.

   Aislamiento. Será de un compuesto de etileno-propileno o polietileno de cadena cruzada resistente al ozono, de alta calidad y será tal que el cable opere satisfactoriamente en lugares húmedos o secos a una temperatura continua normal en el conductor de 363 K (90°C), a 403 K (130°C) en condiciones de cortocircuito. .

Pantalla semiconductora. Será extruida y consistirá de una capa de material semiconductor termoplástico o termofijo de color negro, aplicado directamente sobre el aislamiento. El espesor será mínimo en promedio de 0.76 mm; mínimo en un punto: 0.61 mm y máximo en un punto: 1.78 milímetros.

Pantalla metálica. Estará formada por cintas de cobre con espesor no menor de 0.01 mm aplicadas helicoidalmente sobre la pantalla semiconductora con un mínimo de traslapos de 10 por ciento, o por alambres de cobre aplicados helicoidalmente con un paso no menor de ocho veces, ni mayor de 12 veces al diámetro externo sobre éstos. La construcción de la pantalla de alambre será de 14 alambres del calibre 22 AWG para 23 kilovolts.

Cubierta. Será de un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la propagación del incendio, que debe cumplir con los requisitos correspondientes que se indican en las normas de las referencias NOM J-176 y NOM J-292.

El espesor promedio no deberá ser menor de 2.03 mm y el espesor mínimo no debe ser menor de 1.62 mm. El color de la cubierta sera el amarillo.

002.D.01.c.02 Identificación

Los cables llevarán en toda su longitud una identificación permanente inscrita en la superficie exterior con el nombre del fabricante, voltaje, tipo de cable, calibre y año de fabricación. Esta identificación deberá repetirse a lo largo del cable en intervalos regulares; la longitud que no esté marcado no excederá de 100 centímetros.

002.D.01.c.03 Pruebas

Las pruebas de estos cables se efectuarán de acuerdo con la última revisión de las normas mencionadas en 002.D.01.b de esta Especificación y de acuerdo con lo siguiente:

1. Tensión de corriente alterna o corriente directa
   Los conductores aislados deberán soportar durante 5 min en CA o 15 minutos en CD, la aplicación de una tensión cuyo valor sea de acuerdo a lo indicado en la tabla 002-10.

Tabla 002-10. Tensión de prueba

Tensión entre fases, en kV	EPR		XLP	
	Tensión de prueba			
	CA kV	CD kV	CA kV	CD kV
23	38	100	52	100

La prueba deberá realizarse en el 100 por ciento de los tramos según la norma NOM J-293.

2. Resistencia de aislamiento

   Los conductores deberán tener una resistencia de aislamiento en megaohm-km igual o mayor que la correspondiente a una constante de 6100 a 288.6 K (15.6°C), verifitándose en el 100 por ciento de los tramos de acuerdo a la norma NOM J-294.

3. Capacidad inductiva específica y factor de potencia

   Los cables de energía deberán tener una capacidad inductiva específica, no mayor de 4 para EPR y 3.5 para XLP, y el factor de potencia que no exceda de 2.0 por ciento a la temperatura ambiente, para los primeros 6 km de un pedido y otra muestra por cada 30 km adicionales, de acuerdo a las normas NOM J-142 y NOM J-176.

4. Descargas parciales

   Los tramos de cable completo con aislamiento de etileno-propileno o polietileno de cadena cruzada, deben cumplir con la prueba de descargas parciales, en la cual, los valores máximos en picocoulombs especificados serán los indicados en la tabla 002-11.

   La prueba se realizará en el 100 por ciento de los tramos según el método de prueba indicado en las especificaciones AEIC C56-82 o AEIC C55-82.

5. No propagación del incendio en la cubierta de PVC

   Las cubiertas de PVC se deberán probar según indique la prueba de la norma NF HN-3280, verificándose cada 5 km de la longitud total del pedido.

6. Longitud de tramos

   Las longitudes de cable utilizadas para la realización de las pruebas, no causarán cargo alguno. La longitud normal de los tramos de embarque, deberán ser de 500 m con una longitud de $\pm$ 5%, a menos que se solicite longitud diferente.

   Se aceptará hasta un 10 por ciento de los tramos de un pedido con tramos menores que la longitud más corta que la normal, pero no menores de 250 metros.

7. Empaque

   Cada tramo de cable se deberá enrollar en un carrete de madera entablillado al 100 por ciento, de las dimensiones apropiadas y con suficiente rigidez mecánica para soportar el manejo durante su transporte.

   Todos los tramos de cable deberán estar sellados en sus extremos, con un sello que impida la entrada de humedad al interior del cable.

8. Garantía

   El proveedor garantizará que los cables serán de primera calidad, libres de fallas de diseño y fabricación de acuerdo con las características indicadas.

Tabla 002-11. Valores máximos en prueba de descarga

Descarga máxima permisible, en picocoulombs	EPR					XLP				
	5	5	20	35	50	5	5	5	27.5	50
Tensión entre fases, en kV	**Tensión de prueba, en kV**									
23	14.5	22.0	29.0	36.0	38.0	14.5	22.0	29.0	43.5	52

Si durante un año contado a partir de su entrega los cables fallan por causas imputables a la operación normal, el proveedor estará obligado a reponer el tramo o tramos de cable que hayan fallado sin costo alguno. En caso de que estas fallas fueran repetitivas, el proveedor deberá reponer la totalidad del lote entregado, sin costo alguno.

002.D.02 CABLES PARA BAJA TENSION

002.D.02.a DESCRIPCION

Los cables para baja tensión son conductores eléctricos formados por alambre de cobre suave o recocido; también pueden estar formados por un cable concéntrico del cobre suave. El aislamiento de ellos estará constituido por un compuesto termoplástico extruido de PVC.

Los cables para baja tensión serán de tipo THW-RI "Conductor con aislamiento termoplástico para 600 V, deslizante, resistente a la humedad y no propagador de incendio" según clasificación de la norma NOM J-10.

Estos cables serán utilizados en los circuitos de distribución para alumbrado y fuerza de hasta 600 V en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.D.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Conductores eléctricos con aislamiento termoplástico a base de cloruro de polivinilo (PVC) para instalaciones hasta 600 V	NOM J-10
Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos	NOM J-12
Alambres de cobre suave para usos eléctricos	NOM J-36
Determinación de la absorción de humedad en aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos. Método de prueba	NOM J-40
Determinación de los diámetros de conductores eléctricos desnudos	NOM J-66
Determinación de la resistencia a la propagación de incendios en conductores eléctricos. Método de prueba	NOM J-93
Determinación del área de la sección transversal de conductores eléctricos cableados	NOM J-129
Determinación de espesores de pantallas semiconductoras, aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-177
Determinación del esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento de pantallas semiconductoras y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-178
Prueba de envejecimiento acelerado en horno, de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-186
Método de prueba para verificar la flexibilidad de los aislamientos de conductores eléctricos a base de PVC	NOM J-189
Prueba de resistencia al choque térmico de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-190
Determinación de la deformación por calor de los aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-191
Prueba de doblez en frío de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-193

CONCEPTO	REFERENCIA
Prueba de envejecimiento acelerado en aceite, para aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-194
Determinación de la resistividad de conductores eléctricos	NOM J-212
Alambrón de cobre electrolítico para usos eléctricos	NOM J-215
Métodos de prueba de alta tensión a corriente alterna y corriente directa para conductores eléctricos aislados	NOM J-293
Cordones desnudos flexibles de cobre para usos eléctricos	NOM J-297
Método de prueba para la determinación de la resistencia de aislamiento de conductores eléctricos	NOM J-294
Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión y alargamiento de alambres para conductores eléctricos	NOM J-312
Muestreo para la inspección de atributos	NOM Z-12 (R-18)

002.D.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

002.D.02.c.01 Requisitos de los alambres de cobre suave o recocido

1. Los valores de alargamiento por tensión deberán estar de acuerdo con lo indicado en la tabla 1 de la norma NOM J-36.

2. La resistividad eléctrica no deberá ser mayor de 0.017240 ohm-mm^2/m (0.15328 ohm g/m^2) correspondiente a una conductividad de 100% IACS (Especificación internacional para el cobre suave o recocido) o 58 MS/m.

002.D.02.c.02 Requisitos del cobre concéntrico de cobre suave

1. El cable será clase B del tipo suave según la clasificación de la norma NOM J-12.

2. La construcción se realizará de acuerdo a lo indicado en 5.1 (Construcción) de la norma NOM J-12.

3. Los valores de alargamiento por tensión serán los referidos en 002.D.02.c.01.

   Las pruebas para la determinación del alargamiento deberán hacerse antes de la formación del cable, de acuerdo con la norma NOM J-312.

   Cuando de común acuerdo con el proveedor se proceda a probar el cable después de terminado, deberá cumplirse lo indicado en 5.2.1 ("Cables compuestos por alambres suaves") de la norma NOM J-12.

4. El incremento de peso y resistencia eléctrica debido al cableado será el indicado en 5.3 ("Peso del cable") de la norma J-12.

5. Las uniones en los cables serán de acuerdo a lo indicado en 5.6 ("Uniones") de la norma J-12.

002.D.02.c.03 De los conductores terminados con aislamiento termoplástico de PVC

1. El aislamiento debe ser extruido y de aspecto uniforme, sin burbujas, grumos, poros u otros defectos y que cumpla con las propiedades indicadas en la tabla 002-12.

   1.1 El aislamiento no se debe quemar en una longitud mayor de 800 mm cuando la prueba se realice de acuerdo a lo indicado en la norma NOM J-93.

   1.2 El espesor promedio del aislamiento no debe ser menor del indicado en la tabla 002-13; el espesor mínimo en cualquier punto no debe ser menor que el 90 por ciento del indicado en dicha tabla.

   1.3 Los aislamientos de los conductores deben cumplir con la prueba de chispa, durante el proceso de fabricación, aplicando la tensión de CA indicada en la tabla 002-14; la prueba deberá realizarse de acuerdo a 7.12 de norma J-10.

2. Los conductores aislados deben tener una resistencia de aislamiento igual o mayor a la indicada en la tabla 002-15.

3. Los conductores aislados deben soportar la aplicación de una tensión de CA conforme a la tabla 002-16, durante un minuto después de haber estado 12 horas en agua; la prueba deberá realizarse de acuerdo a lo indicado en la norma NOM J-293

4. Identificación

   Los conductores deberán identificarse, en todo el largo del aislamiento, dentro de una distancia máxima sin marcar de 300 mm, en forma legible y permanente, con los datos siguientes como mínimo:

   — Nombre o marca del fabricante.

   — Tipo de conductor (no propagador de incendio).

   — Calibre, AWG o MCM (mm^2).

   — Tensión máxima de operación (600 V).

   — Temperatura máxima de operación 348.1 o 363.15 K (75 o 90°C).

Tabla 002-12. Propiedades físicas y mecánicas

Propiedad		Resultado
Esfuerzo de tensión (ET) a la ruptura, mínimo, MPa (kgf/cm²)		13.8 (141)
Alargamiento (A) a la ruptura, mínimo, en porcentaje		150
Envejecimiento en horno, en horas/K (horas/°C)		168/394.1 (168/121)
Esfuerzo de tensión, mínimo % de (ET), después del envejecimiento		75
	Probeta:	
Alargamiento después del envejecimiento, mínimo % de (A)	Tubular	50
	Pulida	35
Deformación por calor, máxima, % /K (% /°C)		30/394.1 (30/121)
Absorción de humedad:		168/355.1
h/K (h/°C) máx.		(168/82)
mg/cm² máx.		3.8
Choque térmico 394.1 K (121°C), 1 h		Sin fractura
Doblez en frío 267.1 K/h (— 10 °C/h)		Sin fractura
Inmersión en aceite, h/K (h/°C)		4/343.1 (4/70)
	Probeta:	
Esfuerzo de tensión, mínimo, % de (ET) después de la inmersión	Tubular	85
	Pulida	80
	Probeta:	
Alargamiento después de la inmersión, mínimo % de (A)	Tubular	85
	Pulida	60
Flexibilidad h/K (h/°C)		168/394.1 (168/121) Sin fractura
Resistencia a la propagación de incendio		Se indica en 1.1
Espesor		Se indica en 1.2
Prueba de chispa		Se indica en 1.3

El tipo de empaque se especificará de acuerdo con el proveedor y deberá ser identificado con los siguientes datos:

— Nombre o marca del fabricante.

— Tipo de producto.

— Longitud en metros.

— Calibre, AWG o MCM (mm²)

— Tensión de operación.

— Temperatura máxima de operación.

Tabla 002-13. Espesores de aislamiento y cubierta

Area transversal, en mm^2	Calibre	Espesor nominal del aislamiento, en mm
	AWG *	
2.08 a 3.31	14-12	0.8
5.26	10	0.8
8.37	8	1.1
13.30	6	1.5
21.15 a 33.60	4-2	1.5
53.50 a 107.20	1/0 a 4/0	2.0
	MCM **	
126.70 a 253.40	250 a 500	2.4
304.00 a 506.70	600 a 1000	2.8

* AWG = American Wire Gauge (Designación general en que se manejan los calibres de los conductores).

** 1MCM = 1 Mil Circular Mills (5.06×10^{-4} mm^2).

Tabla 002-14. Tensión para prueba de chispa

Area transversal, en mm^2	Calibre	Tensión de prueba, en kV
	AWG	
2.08 a 5.26	14 a 10	7.5
8.37 a 33.60	8 a 2	10.0
53.50 a 107.20	1/0 a 4/0	12.5
	MCM	
126.70 a 253.40	250 a 500	15.0
304.00 a 506.70	600 a 1000	17.5

5. El muestreo se establecerá, con base en la norma NOM Z-12 (R-18)

002.D.02.c.04 Cables de uso rudo

Se utilizarán para el sistema de mando de alumbrado del tipo y calibre que marque el proyecto cumpliendo con las siguientes características:

1. Estará formado por dos o más conductores compuestos de varios hilos de cobre suave, aislamiento de PVC, relleno de algodón y cubierta exterior de PVC.

2. El cobre utilizado en los conductores deberá cumplir con la norma NOM J-297.

3. El aislamientc y recubrimiento deberán cumplir con lo señalado en 002.D.02.c.03 de estas especificaciones.

Tabla 002-15. Resistencia de aislamiento a 288.7 K (15.6°C)

Area transversal, en mm²	Calibre	Resistencia al aislamiento, en megaohm-km (mínima)
	AWG	
3.31	12	200
5.26	10	170
8.37	8	160
13.30	6	135
21.15	4	115
33.60	2	95
53.50	1/0	95
67.40	2/0	85
85.00	3/0	80
107.20	4/0	70
	MCM	
126.70	250	80
152.00	300	70
177.30	350	65
202.70	400	65
253.40	500	55
304.00	600	60
354.70	700	55
380.00	750	55
405.40	800	55
456.00	900	50
506.70	1000	50

Tabla 002-16. Tensión aplicada

Area transversal, en mm²	Calibre	Tensión de prueba, en kV CA
	AWG	
2.08 a 33.60	14 a 2	2.0
53.50 a 108.20	1/0 a 4/0	2.5
	MCM	
126.70 a 253.40	250 a 500	3.0
304.00 a 506.70	600 a 1000	3.5

002.D.03 CABLES PARA ALUMBRADO

002.D.03.b REFERENCIAS

Los conductores, con cableado concéntrico tipo calabrote, clase M, formados por cordones flexibles en alambre de cobre suave y con aislamiento, relleno y cubierta protectora estriada de PVC, que serán utilizados en la conexión de las unidades de iluminación del sistema de alumbrado de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.54. Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF y con lo señalado en 4.02.01.002.D.02.c.04 "Cables de uso rudo" de estas especificaciones.

002.D.04 EMPALMES Y TERMINALES

002.D.04.a DESCRIPCION

Las uniones de los cables de alta tensión se realizan por medio de empalmes y terminales.

1. Los empalmes o juntas permiten la continuidad eléctrica entre los conductores de las mismas características, conectándolos individualmente y reponiendo cada uno de los elementos tales como: conductor, semiconductor, aislamiento, pantalla y cubierta. Para protección de la unión se utiliza, como cubierta, un tubo o manga de plomo con cubierta exterior de PVC.

2. Las terminales son los dispositivos que proporcionan control o alivio de los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable al interrumpir y retirar la pantalla sobre el aislamiento; proporcionan además distancia de fuga aislada adicional y hermeticidad. La terminal contiene, en forma integral, ensamblados en fábrica, todos los componentes de una terminal "mufa" tradicional: cono de alivio interconstruido, compuesto aislante, conectores, aislador de porcelana, sello hermético a prueba de humedad, cuerpo de aluminio, soporte integrado y todos los accesorios para proporcionar protección eléctrica y mecánica; todos estos componentes deberán ser intercambiables entre sí.

3. Los empalmes y terminales operan y soportan las mismas condiciones de operación que los cables.

Los empalmes y terminales, susceptibles a utilizarse, se clasifican como se indica a continuación:

1. Empalmes: recto, en charola o en registro.

2. Terminales

   Clase 1. Proporciona control de los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable al interrumpir y retirar la pantalla; proporciona distancia de fuga aislada externa entre los conductores del cable y tierra, y proporciona un sello de hermeticidad, manteniendo la presión, si la hay, del sistema del cable.

   Cable 2. Proporciona control de los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable al interrumpir y retirar la pantalla, y proporciona distancia de fuga aislada externa entre los conductores del cable y tierra.

Clase 3. Proporciona únicamente control de los esfuerzos eléctricos que se presentan en el aislamiento del cable al interrumpir y retirar la pantalla.

Tipo interior. Es una terminal diseñada para usarse en lugares donde esté protegida de la exposición tanto de rayos solares como de precipitación pluvial y agentes contaminantes.

Tipo exterior. Es una terminal diseñada para usarse a la intemperie, donde no hay protección de la exposición directa, ya sea de rayos solares, o de precipitación pluvial y agentes contaminantes.

Para cables monopolares.

Los tipos de empalmes y terminales que defina el proyecto se utilizarán en los cables de cobre, con aislamiento tipo seco EP o XLP, para la conducción de energía eléctrica en alta tensión, en 23 kV, de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.D.04.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Empalmes para cables aislados en sistemas de potencia de 2.5 a 400 kV	NOM J-158
Conectores de cobre tipo compresión	NOM J-170
Terminales para cables aislados en sistemas de potencia de 2.5 a 400 kV	NOM J-199
Técnicas de prueba en alta tensión	NOM J-271
Muestreo por inspección de atributos	NOM Z-12 (R-18)

002.D.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los empalmes deberán cumplir con lo indicado en la norma NOM J-158. Además, deberán cumplir las pruebas térmicas y mecánicas aplicables indicadas en la norma NOM J-170.

Las terminales deberán cumplir con lo indicado en la norma NOM J-199.

El muestreo se realizará tomando como base la norma NOM Z-12 (R-18).

002.D.05 CINTA AISLANTE DE HULE

002.D.05.a DESCRIPCION

La cinta aislante de hule es aquélla fabricada a base de un compuesto de hule natural o sintético sin vulcanizar o parcialmente vulcanizado.

La cinta aislante es utilizada para el aislamiento de las uniones de los conductores eléctricos de baja tensión de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.D.05.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes	NOM J-120
Cintas aislantes de hule	NOM J-154
Métodos de prueba de las cintas adhesivas para usos eléctricos	NOM J-159

002.D.05.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las cintas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma NOM J-154.

El muestreo se realizará como sigue:

1. Para formar el lote de muestra, se toma al azar un número de rollos de cada lote de entrega de acuerdo con la tabla 002-17.

Tabla 002-17. Muestreo

Número de rollos del lote de entrega	Número de rollos de muestra
50 a 200	2
201 a 500	3
501 a 1000	4
1001 a 5000	5
Más de 5000	5 más uno por cada 1000 rollos adicionales o fracciones de mil

2. Un lote de entrega consiste en el material recibido y que va cubierto por una nota de remisión.

3. Para tomar los especímenes de prueba de cada rollo de muestra se descartan por lo menos 60 cm del principio de cada rollo.

4. Los especímenes de prueba se deben retirar de los rollos cuidadosamente sin deformar la cinta.

5. Se rechazará cualquier parte del lote de entrega que no cumpla con lo especificado en 002.D.05.c.01, 1 y 2 de esta Especificación.

6. Se rechazará el lote del cual 2 o más rollos de muestra dejen de cumplir con cualquiera de los Requisitos establecidos en esta Especificación, sin necesidad de pruebas adicionales.

   Si es sólo un rollo el que deja de cumplir cualquier requisito, se toma un segundo número de rollos de muestra, como se indica en 002.D.05.c.1 de esta Especificación y se les somete a la prueba o medición que el rollo anterior dejó de cumplir.

Se rechazará el lote si ésta segunda muestra deja de cumplir con lo especificado.

002.D.05.c.01 Marcado, empacado y almacenamiento

1. Marcado

Cada empaque debe tener claramente impreso en lugar visible por lo menos los siguientes datos:

— Marca registrada.

— Tipo de cinta.

— No. de autorización de la SECOFIN.

— Nombre o razón social del fabricante.

— Marca o modelo del producto.

— Longitud y ancho.

— La Leyenda "Hecho en México".

2. Empaque

Cada rollo de cinta debe estar protegido adecuadamente por medio de una envoltura de papel parafinado, celofán, polietileno, etcétera.

3. Almacenamiento

— La cinta debe almacenarse en su empaque original, en un lugar fresco y obscuro.

— La cinta adecuadamente almacenada, deberá dentro de los ocho meses siguientes a su aceptación, soportar la prueba de fusión entre capas que se especifica en 7.4 ("Prueba de fusión entre capas") de la norma NOM J-154.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. E

EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA ILUMINACION

002.E.01 LAMPARAS FLUORESCENTES

002.E.01.b REFERENCIAS

Las lámparas fluorescentes en las cuales la emisión principal de la luz proviene de un recubrimiento de material fluorescente que es excitado por la radiación ultravioleta de la descarga y que serán utilizadas para la iluminación normal, preferencial y de emergencia de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.57.2 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF. En caso de que las lámparas sean utilizadas para el alumbrado de ruptores de interestación, deberán contar con una pigmentación cuyo tipo y características serán señalados en el proyecto.

002.E.02 LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA Y BAJA PRESION

002.E.02.a DESCRIPCION

Las lámparas de vapor de sodio en alta y baja presión son las que utilizan sodio metálico en tubos traslúcidos de óxido de aluminio. Este material se emplea para soportar el efecto corrosivo del vapor de sodio caliente. Para los propósitos de encendido se utiliza gas xenón como llenado y una amalgama de mercurio y sodio. Las temperaturas de arco se mantienen por una camisa de vacío exterior. Las lámparas se arrancan generando una pulsación de alto voltaje, aproximadamente durante un microsegundo.

A lo largo de las líneas del Metro de la Ciudad de México, así como en las vialidades adyacentes (vías rápidas, principales, primarias, etc.), son instaladas para el alumbrado público, en color claro o difuso.

002.E.02.b REFERENCIAS

Para la verificación de las características de las lámparas de vapor de sodio de alta y baja presión se hará uso como referencia, de la norma NOM J-236 "Bombillas de vidrio para lámparas eléctricas".

002.E.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las lámparas, objeto de esta Especificación, deberán cumplir los requisitos establecidos por el proyecto y los que indique el fabricante de común acuerdo con el Representante, además de lo señalado en las referencias de esta Especificación.

002.E.02.c.01 Muestreo

El muestreo deberá realizarse como a continuación se indica:

1. Lote de entrega. Lo constituirá el conjunto de lámparas que sean el motivo de la compra.

2. Lote de prueba. Para el examen de acabado de la bombilla, así como de las marcas de clasificación, se considerará como lote de prueba el total del lote de entrega, con el objeto de efectuar la revisión de esas características en todas las lámparas o en sus envases; también deberá comprobarse que cada una de ellas encienda debidamente y que no esté desprendido el casquillo.

3. Lote de muestras. Para las pruebas relativas a los otros requisitos de esta Especificación, se fraccionará el lote de entrega, cuando las lámparas no sean iguales, escogiendo de cada grupo cuando tenga 200 o más lámparas, el 5 por ciento de ellas, al azar y por partes iguales, en lo posible de cada caja o paquete para constituir así uno o varios lotes de prueba.

   Para los lotes de menos de 200 lámparas iguales, el lote de muestras se formará tomando al azar de cada caja o paquete, cantidades iguales o aproximadamente iguales de las lámparas que sean necesarias para completar 10 muestras.

002.E.02.c.02 Pruebas

Las pruebas para la verificación de las características establecidas en el proyecto y las indicadas por el fabricante de común acuerdo con el Representante, deberán realizarse conforme a las indicaciones de la norma indicada en las referencias.

002.E.03 REFLECTORES

002.E.03.a DESCRIPCION

Los reflectores son los elementos que permiten concentrar en un haz los rayos luminosos de la fuente o lámpara. Según la forma de la superficie reflectora se pueden obtener distintas clases de haces: la forma parabólica da un haz de rayos paralelos, la esférica, un haz divergente, etc. Así, existen reflectores intensivos que dan un haz estrecho, reflectores extensivos que lo dan ancho y los concentradores que hacen converger los rayos en un punto.

1. Los reflectores por lo común se fabrican de aluminio con tratamiento alzak y acabado especular, vidrio, acero esmaltado a fuego o acero con esmalte de porcelana.

2. Los lentes, en función del tipo de lámpara que utiliza el reflector, pueden ser de vidrio para lámparas que generan altas temperaturas de operación y de plástico acrílico (Plexiglas) o poliestireno para lámparas fluorescentes.

Los reflectores son utilizados en la iluminación puntual de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, donde lo señale el proyecto o de acuerdo a lo indicado por el Representante.

002.E.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los reflectores, objeto de esta Especificación, deberán cumplir las características establecidas por el proyecto y las que, de común acuerdo con el fabricante, indique el Representante.

Las lámparas, que serán utilizadas con los reflectores salvo indicación contraria, deberán cumplir los requisitos establecidos en la especificación 4.02.01.002.E.02 "Lámparas de vapor de sodio en alta y baja presión".

002.E.04 FUENTES AUTONOMAS DE EMERGENCIA

002.E.04.a DESCRIPCION

Las fuentes autónomas son dispositivos que alimentan de energía eléctrica a las unidades de iluminación fluorescente cuando se suspende el suministro de corriente alterna, por cualquier circunstancia, en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.E.04.b REFERENCIAS

Para la verificación de las características de las fuentes autónomas de emergencia se hará uso, como referencia, de la norma NOM Z-12 (R-18) "Métodos de muestreo para la inspección por atributos" y las normas de calidad de la Military Standard.

002.E.04.c REQUISITOS DE CALIDAD

Condiciones de servicio. Las fuentes autónomas para alumbrado de emergencia deberán ser capaces de soportar las siguientes condiciones de servicio:

Temperatura ambiente máxima	313.1 K (40°C)
Temperatura ambiente mínima	269.1 K (−4°C)
Temperatura ambiente promedio	303.1 K (30°C)
Presión barométrica	585 mm de Hg
Humedad relativa máxima	95% sin condensación
Precipitación pluvial (Prom./año)	1500 mm
Altitud	2240 m s.n.m.
Sismo (aceleración máxima)	0.15g

La fuente autónoma de emergencia (FAE) deberá estar diseñada con los elementos necesarios para alimentar una luminaria fluorescente de 38 watts o una luminaria con dos tubos fluorescentes en serie, de 20 watts cada uno, en condiciones normales y de emergencia. La fuente estará constituida básicamente por baterías, cargador, rectificador, inversor y todos los elementos que especifique el proyecto.

1. Las baterías deberán ser compactas, de pequeño volumen y de materiales de alta confiabilidad y selladas. Se procurará que su construcción sea a base de materiales nacionales.

2. La protección de alimentación de corriente alterna (entrada) deberá tener una indicación luminosa (LED) para señalar presencia o ausencia de corriente alterna a la FAE.

3. El equipo FAE deberá tener impreso el diagrama eléctrico de conexiones respectivo. Como dicho equipo se instalará en locales en los cuales su alumbrado se controlará a través de apagadores, en este diagrama se ilustrará el apagador como opcional.

4. El mantenimiento de este equipo deberá ser mínimo o nulo.

002.E.04.c.01 Operación

1. En condiciones normales la luminaria se alimentará a través de 127 VCA, 60 Hz; en este equipo la unidad de iluminación es un tubo de 38 watts o dos tubos de 20 watts y su reactor correspondiente.

2. En presencia de CA la fuente autónoma de energía (FAE) deberá estar diseñada para mantener la batería en óptimas condiciones de carga. La FAE deberá operar de tal forma que al no tener el suministro de CA las lámparas fluorescentes continúen encendidas sin perder la condición de arranque con una intensidad lumínica del 100% ± 5% por un tiempo de 90 minutos como mínimo. Una vez restablecida la CA la lámpara quedará en condiciones normales. Los tiempos de switcheo en ambos casos no serán mayores de 100 milisegundos.

3. El diseño de la fuente autónoma de energía (FAE) deberá estar previsto para permitir, una vez restablecido el servicio de corriente alterna, el que opere la unidad de alumbrado a plena intensidad lumínica con el servicio de corriente alterna y se estén recargando las baterías.

4. El tiempo de recarga de la batería al 100 por ciento de su plena carga será en un periodo no mayor de 24 horas y al 95 por ciento en un tiempo máximo de 7 horas.

5. La FAE deberá incluir un dispositivo electromecánico que no permita que se descargue totalmente después del periodo requerido y que pudiese posteriormente afectar la operación de recarga o la operación nuevamente en situación emergente.

6. Además, el equipo FAE deberá contener un hilo sensor de corriente alterna, ya que, en muchos casos este equipo se instalará en luminarias para el alumbrado de locales, el cual se opera a través

de apagadores; al apagar el alumbrado del local, la luminaria con FAE no debe permanecer encendida al alimentarse de las baterías, sino únicamente permanecerá encendida cuando se tenga presencia de corriente alterna y que el apagador esté en posición cerrada.

002.E.04.c.02 Montaje y/o instalación

El proveedor deberá suministrar todos los planos e indicaciones que sean necesarias para el montaje y puesta en servicio del equipo. La fuente autónoma de energía (FAE), se montará y/o instalará en cualquiera de los siguientes casos:

1. En el interior del gabinete de la unidad de iluminación tipo HM. Las características de este tipo de gabinete se indican en los planos de proyecto.

2. En el exterior, sobre el gabinete de luminarias tipo FR o tipo FRA para 1 o 2 tubos de 38 watts. Las características de los gabinetes para este tipo de luminarias se indican en los planos de proyecto. El montaje típico de la FAE para este caso se muestra en la fig 002-18.

3. En el interior de gabinetes de algunos señalamientos (anuncios luminosos) prioritarios de las estaciones.

Por lo anterior, las fuentes autónomas de energía (FAE) deberán tener las dimensiones adecuadas para instalarse en cualquiera de los casos antes citados, además de prever su fácil desmontaje, y de contar con los elementos de fijación necesarios, así como la extensión de conductores y conectores para su interconexión, en caso de requerirse. El equipo deberá tener impreso el diagrama eléctrico de conexiones respectivo.

002.E.04.c.03 Muestreo

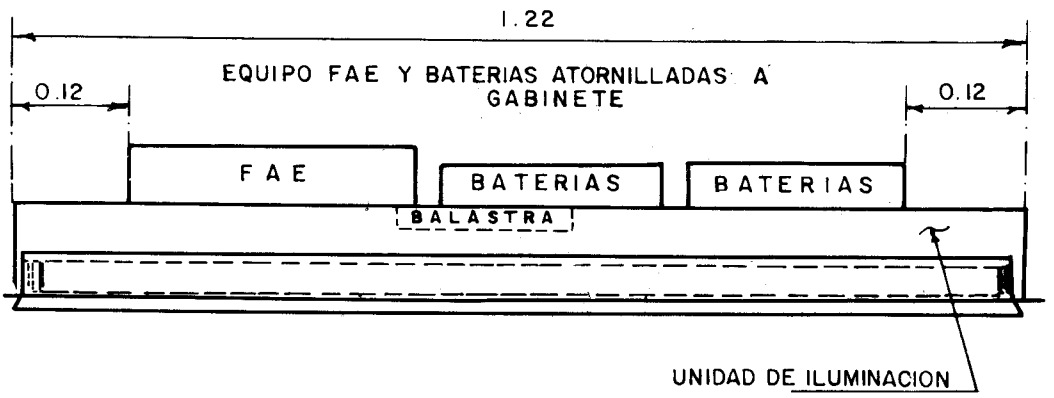
Para el control de calidad en la recepción se seguirá el criterio establecido en las tablas "Military Standard" bajo las siguientes consideraciones:

— Muestreo:	Simple	
— Tipo de inspección:	Normal nivel II	
— Nivel de calidad aceptable (NCA):	Defectos críticos	= 1
	Defectos mayores	= 2.5
	Defectos menores	= 10
— Clasificación de defectos:	Dimensionales	C
	Tiempo de descarga	M
	Intensidad lumínica	CD/CA
	Tiempo de recarga	M
	Otros	m

Deberá presentarse muestra de la FAE, debidamente ensamblada y conectada con los otros elementos (bases, tubo, balastra de corriente alterna, etc.), a fin de someter a prueba al conjunto. Entiéndase que el suministro será únicamente por las FAE.

002.E.04.c.04 Inspección y pruebas

1 El Representante tendrá acceso a todas las instalaciones del fabricante durante la fabricación y



MONTAJE DE LA FAE EN LUMINARIAS TIPO FR O FRA CON TUBO DE 38 WATTS

ACOTACIONES, EN m

Fig 002-18 Montaje típico de la fuente autónoma de energía (FAE)

pruebas para inspeccionar el equipo y la calidad de los materiales y mano de obra.

2. Las inspecciones y pruebas efectuadas no relevarán al proveedor de la responsabilidad de cumplir con esta Especificación y con el tiempo de entrega indicado en la orden de compra.

3. El proveedor dará al Representante libre de cargos, un programa de pruebas para su aprobación y la información necesaria para una buena inspección.

4. Para el desarrollo de las pruebas el proveedor deberá proporcionar: luxómetro, registrador X-Y, osciloscopio con memoria y demás equipo requerido.

5. La prueba de luminosidad se efectuará a una distancia de 10 cm entre luxómetro y lámpara.

002.E.04.c.05 Refacciones

El proveedor deberá suministrar una lista de partes de repuesto para dos años de operación. Las partes de repuesto no forman parte del alcance del suministro y sólo se adquirirán aquellas partes que el Representante juzgue conveniente. Deberá indicar el concepto, cantidad que propone y precio unitario.

002.E.04.c.06 Garantía

1. El proveedor garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad, libres de fallas de diseño, fabricación, equipo y operación.

2. Cualquier defecto de diseño, fabricación, material, equipo y mano de obra deberá corregirlo el proveedor, efectuando el cambio de componentes defectuosos sin cargo alguno para el Representante.

3. La garantía deberá tener una vigencia de dos años a partir de la fecha de entrega del equipo o un año a partir de la puesta en servicio, lo que ocurra primero.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. F

APAGADORES Y CONTACTOS

002.F.01 APAGADORES Y CONTACTOS

002.F.01.b REFERENCIAS

Los apagadores y contactos son los dispositivos destinados a transmitir, establecer o interrumpir la circulación de corriente en circuitos eléctricos con valores máximos de tensión de operación de 127 volts y hasta 10 amperes para apagadores y de hasta 250 volts y 50 amperes para contactos; se utilizarán en las instalaciones eléctricas de baja tensión de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.61 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. G

SISTEMAS DE FIJACION Y SOPORTE

002.G.01 SISTEMAS DE FIJACION Y SOPORTES PARA DUCTOS CUADRADOS EMBISAGRADOS

002.G.01.a DESCRIPCION

Los sistemas de fijación y soportes para los ductos cuadrados embisagrados, utilizados en las instalaciones de distribución de energía eléctrica del Metro de la Ciudad de México, están integrados por elementos cuya función será la de permitir la fácil instalación de los ductos y la buena accesibilidad a ellos, a la vez que proporcionarán rigidez y evitarán que se desprendan o muevan de su posición original.

En forma general los elementos que conforman estos sistemas de fijación son: soportes de lámina de acero, con acabado fosfatizado y pintura anticorrosiva, colgadores roscados y tuercas con acabado para prevenir la corrosión. No deberá haber tornillos hacia el interior del ducto. Las dimensiones de los soportes de lámina, colgadores y tuercas serán las que indique el proyecto correspondiente.

002.G.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A

002.G.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las especificaciones correspondientes referidas en 002.G.01.b de esta Especificación, indican los requisitos generales, las pruebas y los métodos para realizarlas, así como los criterios de muestreo y aceptación que deberán cumplir los materiales y/o productos de los sistemas de fijación y soportes objeto de esta Especificación.

002.G.01.c.01 Garantía

El proveedor garantizará que los elementos suministrados estén libres de defectos de diseño, fabricación y materiales, obligándose a reponer el o los lotes que no cumplan, sin cargo alguno.

002.G.02 SISTEMAS DE FIJACION PARA CHAROLAS SOPORTE

002.G.02.a DESCRIPCION

Se describen los elementos metálicos fabricados con perfiles estructurales o láminas de acero al carbono. Las piezas llevan una capa de galvanizado por inmersión en caliente después de su fabricación para prevención de la corrosión.

Los soportes son de un solo tipo denominado ménsula; ésta cuenta con un tope en su extremo libre y se integra a un canal que permite su inserción para así formar el conjunto de soporte.

Los elementos serán utilizados para proporcionar soporte y rigidez mecánica así como evitar deslizamientos de las charolas para la conducción de cables para baja y alta tensión, Mando Centralizado, Telecomunicaciones, Pilotaje Automático y Señalización de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.G.02.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Charola soporte, tipo escalera	4.02.01.002.C.01
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Método de prueba para la determinación de la uniformidad del recubrimiento de zinc en artículos de hierro y acero galvanizado (Prueba de Preece)	NOM H-13
Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente	NOM J-151

002.G.02.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales para la construcción de las ménsulas y canales deberán cumplir, dependiendo del material con que se fabriquen, con los requisitos establecidos por las especificaciones correspondientes referidas en 4.02.01.002.G.02.b.

002.G.02.c.01 Muestreo

El muestreo de las piezas terminadas se llevará a cabo seleccionando el número de piezas que se indica en la norma NOM J-151

002.G.02.c.02 Garantía

El proveedor de los elementos garantizará que éstos estén libres de defectos de diseño, fabricación y material, obligándose a reponer el o los lotes que no cumplan con lo especificado, sin cargo alguno.

002.G.03 SISTEMAS DE FIJACION Y SOPORTES PARA LUMINARIAS

002.G.03.a DESCRIPCION

Los sistemas de fijación y soportes para las unidades de iluminación (luminarias) del alumbrado normal y de emergencia en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México se integran por elementos que permiten el montaje e instalación de las luminarias a la vez que proporcionan rigidez, evitando que se muevan de su posición original.

De manera general estos elementos son: varillas roscadas de acero al carbón, orejas ajustables de lámina de acero, taquetes, tornillos, tirantes, marcos de lámina de fierro, espaciadores de apoyo, canales de acero estructural, etcétera.

Por su montaje, los sistemas de fijación y soportes de luminarias objeto de esta Especificación se clasifican en: para sobreponer, colgantes y con soporte de apoyo.

1. Para el montaje en estaciones se utilizan del tipo sobreponer y colgantes empleando principalmente varillas y gabinetes con orejas ajustables, taquetes con tornillos, tirantes y marcos.

2. En el montaje de luminarias en túnel o cajón se utilizan únicamente del tipo sobreponer, esto es, directamente sobre la charola de baja tensión, mediante espaciadores de apoyos firmemente soldados al gabinete.

3. Las luminarias de tramos a la intemperie son montadas por medio de un soporte de apoyo fabricado con canales de acero estructural y lámina de fierro, los cuales son galvanizados por inmersión en caliente, después de haberse fabricado. Donde los muretes lo permitan, en función de su altura, la unidad se coloca directamente sobre el mismo sin necesidad de soporte de apoyo.

Todos los soportes estarán diseñados para que el gabinete de la unidad de iluminación pueda montarse y desmontarse con facilidad; el montaje directo de lámparas sobre la superficie correspondiente, se hará por medio de taquetes y tornillos o bien por medio de soportes no ajustables.

002.G.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Radiografías de soldadura	DDF.4.15-E
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Acero estructural	4.01.01.005.C

002.G.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales para la fabricación de los sistemas de fijación y soporte para luminarias, deberán cumplir, según su caso, con los requisitos establecidos en las especificaciones correspondientes referidas en 002.G.03.b de esta Especificación.

002.G.03.c.01 Garantía

El proveedor garantizará que los elementos estén libres de defectos de diseño, fabricación y materiales, obligándose a reponer el o los lotes que no cumplan, sin cargo alguno.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. H

FUSIBLES, INTERRUPTORES, ESTACIONES DE BOTONES Y CENTROS DE CARGA

002.H.01 FUSIBLES

002.H.01.a DESCRIPCION

Fusible es el dispositivo que se emplea para proteger las instalaciones eléctricas contra sobrecorrientes o cortocircuitos. Esto se efectúa intercalándolo en un circuito eléctrico, de tal manera que cuando pasa una corriente a través de éste, cuya intensidad excede un valor prefijado, interrumpe al circuito al que está conectado, al fundirse el elemento fusible del dispositivo, elemento que puede tener la forma de un alambre, cinta o eslabón.

1. Eslabón fusible. Es la parte del fusible destinada a fundirse e interrumpir el circuito.

2. Fusible de cartucho. Tiene el eslabón fusible dentro de un tubo aislante, con contactos en los extremos en forma de casquillos o de navajas.

3. Fusible renovable. Al operar se inutiliza solamente el eslabón fusible y éste puede ser sustituido por otro eslabón similar.

4. Fusible renovable sencillo. Dispone de un solo eslabón fusible.

5. Fusible no renovable. No se le puede cambiar el eslabón fusible y se inutiliza totalmente al fundirse éste.

002.H.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Fusibles de baja tensión para baja capacidad interruptiva	NOM J- 9
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

002.H.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los fusibles deberán cumplir con los requisitos de calidad enunciados en la norma NOM J-9.

002.H.01.c.01 Muestreo

El muestreo se hará con base en la norma NOM Z-12 (R-18).

002.H.02 INTERRUPTORES Y ESTACIONES DE BOTONES

002.H.02.b REFERENCIAS

Los interruptores de seguridad que serán utilizados en el sistema de alumbrado y fuerza de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.63 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF. Las estaciones de botones deberán cumplir lo que corresponda de acuerdo a lo indicado para estaciones de servicio pesado, 600 volts CA o 250 volts CD de la citada referencia.

002.H.03 CENTROS DE CARGA

002.H.03.a DESCRIPCION

Los centros de carga son dispositivos para distribución, protección e interrupción de circuitos eléctricos de corriente alterna. Generalmente están integrados por una caja metálica y uno o más interruptores termomagnéticos.

002.H.03.a.01 Clasificación de centros de carga

1. Por su frente:

   — Para embutir, con puerta o sin puerta.

   — Para sobreponer, con puerta o sin puerta.

2. Por su alimentación:

   — A interruptor general.

   — A zapatas principales.

3. Por su sistema:

   — De una fase.

   — De tres fases.

Los centros de carga, según el tipo que defina el proyecto, serán utilizados en el sistema de alumbrado y de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

002.H.03.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cajas y gabinetes para usos eléctricos	DDF 5.60
Tableros de control	DDF 5.62
Interruptores y estación de botones	DDF 5.63

002.H.03.c REQUISITOS DE CALIDAD

Serán los indicados en las referencias, además de considerar lo siguiente:

1. Los tableros equipados con interruptores en circuitos derivados de 30 A de capacidad, no deberán tener interruptores principales con capacidad mayor de 225 amperes.
2. El número de circuitos que podrán ser protegidos a partir de un tablero no será mayor de 42 elementos, considerándose para esto que los interruptores de dos polos deberán tomarse como de dos elementos y los de tres polos como tres elementos o circuitos.
3. El punto de conexión a tierra deberá reunir eléctricamente todas sus partes metálicas, sin existir contacto eléctrico ni físico entre el neutro del tablero.

CLAUSULA 4. 02. 01. 002. I

SISTEMAS DE TIERRA

002.I.01 SISTEMAS DE TIERRA

002.I.01.b REFERENCIAS

Los sistemas de tierra están integrados por un conjunto de elementos que sirven para llevar el potencial originado en una estructura, equipo o maquinaria, a tierra con el objeto de protegerlos contra descargas atmosféricas, cargas estáticas o choques eléctricos; esta protección se hace extensiva a personas. Estos elementos serán utilizados en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y consistirán en una red unida con todos sus puntos, aislada del sistema de tierra de la CLFC que tendrá una resistencia máxima de 5 ohms medida en cualquier punto. También estarán aislados del negativo de tracción y deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.64 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CLAUSULA 4. 02. 01. 003. A

DUCTOS

003.A.01 DUCTOS DE ASBESTO-CEMENTO

003.B.01.b REFERENCIAS

Los ductos de asbesto-cemento utilizados en las redes electrónicas para el Metro de la Ciudad de México deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.33 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

003.A.02 DUCTOS DE PVC

003.A.02.b REFERENCIAS

Los ductos de PVC utilizados en las redes electrónicas para el Metro de la Ciudad de México deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.38 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CLAUSULA 4. 02. 01. 003. B

CONDUCTOS Y ACCESORIOS METALICOS

003.B.01 CHAROLAS SOPORTE, TIPO ESCALERA

003.B.01.b REFERENCIAS

Las charolas soporte, tipo escalera utilizadas en las redes electrónicas para el Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.02.01.002.C.01 de estas especificaciones.

003.B.02 TUBERIA CONDUIT Y ACCESORIOS

003.B.02.b REFERENCIAS

La tubería conduit y los accesorios utilizados en las redes electrónicas para el Metro de la Ciudad de México deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 5.39.2 Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF.

CLAUSULA 4. 02. 01. 003. C

CABLES CONDUCTORES

003.C.01 CONDUCTORES PARA REDES ELECTRONICAS

003.C.01.a DESCRIPCION

Los conductores para redes electrónicas, también denominados cables de control, son los utilizados para las teletransmisiones y transmisiones de datos de los equipos y sistemas tales como: Pilotaje Automático, Señalización, Mando Centralizado, Telecomunicación y Peaje, que conforman las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

Los cables de pares simétricos, aislados con polietileno o polipropileno, armados y protegidos por un forro de material termoplástico, no propagador del fuego y fabricados según norma RATP K 13 MA y que forman parte de estos conductores, se clasifican por su aplicación, en función del diámetro de alma y color del forro de protección, como se indica en la tabla 003-1.

Tabla 003-1. Clasificación de cables de pares simétricos

Color del forro de protección	Calibre del conductor (mm)	Destino
Blanco	19 AWG (0.91)	Pilotaje Automático
Verde	16 AWG (1.29) 14 AWG (1.63)	Señalización
Naranja	17 AWG (1.20) 14 AWG (1.63)	Mando y control de los circuitos de tracción con hilo directo desde el Puesto Central de Control (PCC)
Morado	19 AWG (0.91)	Telemando y telecontrol desde el PCC (teletransmisión). Seguimiento del tráfico de trenes
Negro	19 AWG (0.91) 17 AWG (1.20)	Telefonía directa y automática Telefonía de trenes
Gris	19 AWG (0.91)	Peaje (torniquetes)

Los conductores que forman parte de la presente especificación y que presentan particularidades o desviaciones en su construcción, con respecto a la norma RATP K 13 MA, se clasifican a continuación, en función de su uso y construcción.

1. Pilotaje Automático. Los cables usados por esta disciplina serán los siguientes:

   — Para paro automático. Cable rígido aislado con polietileno reticular, con cubierta de protección de cloruro de polivinilo.

   — Para cableado del tapiz-programa.

   — Para la interconexión de las cajas de distribución instaladas a lo largo de la vía y el tapiz-programa. Cable por 100 ohms.

   — Para la transmisión de las informaciones de salida del tren en estación y autorización de apertura de puertas. Cable para alta frecuencia tipo coaxial.

2. Señalización. Los conductores utilizados serán los que a continuación se describen:

   — Para unión y cableado de los chasis: Cable tipo CVZ.

   — Cable multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento y cubierta exterior de cloruro de polivinilo (PVC), no propagador de incendio para operar a 348 K (75°C).

   — Cable de cobre estañado para tensión nominal de 750 V, aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C).

   — Cable multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C).

   — Cordón uso rudo tipo SO, 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C).

3. Telecomunicaciones

   — Cable para telefonía de alta frecuencia de 7x2x14 AWG.

4. Peaje. Los cables utilizados serán los que se describen a continuación:

   — Cordón uso rudo tipo SO, 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C).

   — Cable para tierra física de torniquetes.

003.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Especificación para cables de control multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento y cubierta exterior de cloruro de polivinilo (PVC), no propagador de incendio para operar a 348 K (75°C)	COV-SÑ-ET-05/86-18
Especificación para cables de cobre estañado para tensión nominal de 750 V, aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C)	COV-SÑ-ET-05/86-19
Especificación para cable de control multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C)	COV-SÑ-ET-05/86-20
Especificación para cordones uso rudo tipo SO, 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomérica, para operar a 363 K (90°C)	COV-SÑ-TQ-ET-05/86-21
Especificación de cable para tierra física de torniquetes	COV-SÑ-TQ-ET-05/86-22
Cables telefónicos ICe EV e ICe RV	NOM I-2
Determinación de la transparencia de los humos	AFNOR C 20-452
Conductores y cables aislados para instalaciones, pruebas de clasificación de los conductores y cables desde el punto de vista de su comportamiento al fuego	AFNOR C 32-070
Cables rígidos aislados con polietileno reticular, con cubierta de protección de cloruro de polivinilo	AFNOR C 32-321
Método de prueba para la determinación de la resistencia al fuego, para conductores aislados.	AFNOR C 93-550
Método de prueba de la no propagación del incendio	AFNOR HN- 3280
Cables armados, no propagadores del fuego	RATP K 13 MA
Métodos de prueba de tensión a la ruptura dieléctrica y rigidez dieléctrica de materiales sólidos para aislamiento eléctrico, a frecuencia y potencia comercial	ASTM D-149-81
Método de prueba para resistencia C-D y conductancia de materiales aislantes	ASTM D-257
Materia prima para polietileno	USDA REA PE-200
Forros de protección no metálicos	S-61-402-NEMA WC 5

USDA: United States Departament of Agriculture
(Rural Electrification Administration)

003.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los cables descritos anteriormente deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas y especificaciones correspondientes referidas en 003.C.01.b de acuerdo a lo siguiente:

1. Cable de pares simétricos, aislados con polietileno o polipropileno, armados y protegidos por un forro de material termoplástico, no propagador del fuego. Estos cables deberán cumplir en forma general con lo establecido en la norma RATP K 13 MA.

2. Cable rígido aislado con polietileno reticular, con cubierta de protección de cloruro de polivinilo, utilizado para paro automático. Deberán cumplir de manera general con lo indicado en la norma AFNOR C 32-321.

3. Cable destinado al cableado del tapiz-programa. Serán de acuerdo a las siguientes características:

   3.1 Características mecánicas

   a) Construcción

   — Sección real: 1.00 mm^2

   — Composición del alma: 32 hilos de 0.20 mm

   — Diámetro nominal: 1.3 mm

— Diámetro exterior: 3.1 mm ± 0.3 mm

— Esfuerzo de ruptura: 120 kg/cm²

b) Resistencia a:

— Temperaturas de servicio comprendidas entre 193 K (−80°C) y 523 K (250°C) en picos

— Agua, vapor de agua, ozono, rayos ultravioleta, álcalis, alcoholes, glicol, nitrógeno, fenóles, a la mayoría de los ácidos (salvo ácido sulfúrico), cetonas, fluidos hidráulicos corrientes, aceites para transformador, etcétera

— Mohos y hongos

c) En servicio permanente a 473 K (200°C), la resistencia de aislamiento será la misma que a 293 K (20°C)

d) Excelente resistencia al desgarramiento y gran flexibilidad

e) Comportamiento al fuego:

— Autoextinguible

— De acuerdo a las pruebas de la norma AFNOR C 32-070 categoría C2

3.2 Características eléctricas

a) Aislamiento:

— Resistividad de acuerdo a la norma ASTM D-257 2x10, 15 ohm/cm

— Tangente ∅ a 800 Hz: 3.3×10^{-3}

— Rigidez dieléctrica según norma ASTM D 149,21 kV/mm

b) Conductor:

— Tensión de servicio: 13 a 14 kV

— Resistencia de aislamiento: 1500 M Ω/km

— Resistencia lineal del alma: 19.2 Ω/km

c) Identificación. La identificación del conductor se obtiene por la coloración de la cubierta exterior pudiendo ser los siguientes colores: azul, rojo, verde, amarillo, blanco y negro.

4. Cable usado para la interconexión de las cajas de distribución instaladas a lo largo de la vía y el tapiz-programa, denominado cable par 100 ohms.

Cumplirán las características que a continuación se indican:

4.1 Características mecánicas

— Alma: 32 hilos de 0.20 mm de cobre desnudo

— Aislamiento: polietileno ∅ 2.80 mm ± 0.10 mm

— Paso de cableado de los elementos: 53 mm + funda de relleno ∅ 6.60 mm

— Trenzado de alambre de cobre estañado: 16 X 5 X 0.20 mm

— Cubierta exterior: PVC negra ∅ 10.50 mm ± 0.30 mm

— Resistencia al fuego: autoextinguible, temperatura de servicio 353 K (80°C)

4.2 Características eléctricas:

— Capacitancia entre elementos: 70 pF/m ± 10%

— Impedancia: 95.2 Ω a 135 kHz

— Atenuación a 135 kHz: 4.05 dB/km

— Resistencia lineal: 19.30 Ω/km

5. Cable tipo coaxial, destinado a la transmisión de las informaciones de salida del tren en estación y autorización de apertura de puertas. Sus características serán las siguientes:

5.1 Características mecánicas

a) Construcción:

— Composición del alma: 7 hilos de 0.75 mm

— Diámetro nominal: 2.25 mm

— Diámetro sobre el dieléctrico: 7.25 mm ± 0.15 mm

— Dos trenzas de cobre plateado de 0.16 mm cada una

— Diámetro exterior del cable: 10.80 mm ± 0.17 mm

b) Resistencia a:

— Temperaturas de servicio comprendidas entre 233 K (−40°C) y 358 K (85°C)

— Agua, aceite, gasolina, hidrocarburos y a numerosos solventes

— Mohos y hongos

c) Comportamiento al fuego. De acuerdo a la norma AFNOR C 93-550.

5.2 Características eléctricas:

— Impedancia: 50 Ω ± 2 Ω

— Capacitancia nominal: 100 pF/m

— Atenuación media y Potencia máxima (ver tabla 003-2)

— Rigidez dieléctrica a 50 Hz: 10 kV

Tabla 003-2. Atenuación media y Potencia máxima

Atenuación media					Potencia máxima a 313 K (40°C)				
10 MHz dB/100m	200 MHz dB/100m	400 MHz dB/100m	3000 MHz dB/100m	10 000 MHz dB/100m	10 MHz kW	200 MHz kW	400 MHz kW	3000 MHz kW	10 000 MHz kW
2	9	13	50	100	2.2	0.42	0.30	0.015	0.09

6. Cable tipo CVZ, para unión y cableado de los chasis. En forma general deberán cumplir los requisitos establecidos en la norma AFNOR 750-E

7. Cable multiconductor para 600 V, aislamiento y cubierta exterior de PVC, usado en Señalización. Cumplirá de manera general con los requisitos establecidos en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-18

8. Cable de cobre estañado 750 V, aislamiento EPR y cubierta elastomérica, para Señalización. Será de acuerdo a las características indicadas en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-19.

9. Cable multiconductor 600 V, aislamiento EPR y cubierta elastomérica, de uso en Señalización. Deberá cumplir en forma general con las características definidas en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-20.

10. Cordón uso rudo tipo SO, usado por Señalización y Peaje (torniquetes). Sus características serán las indicadas en la especificación COV-SÑ-TQ-ET-05/86-21.

11. Cable para tierra física de torniquetes. Serán fabricados bajo las características establecidas en la especificación COV-SÑ-TQ-ET-05/86-22.

003.C.01.c.01 Pruebas

Las pruebas de estos cables se efectuarán de acuerdo con la última revisión de las normas y/o especificaciones mencionadas en 003.C.01.b de esta Especificación y de acuerdo con lo siguiente:

1. Cable de pares simétricos, aislados con polietileno o polipropileno, armados y protegidos por un forro de material termoplástico, no propagador del fuego. Las pruebas realizadas a estos cables serán según lo indicado en la norma RATP K 13 MA.

2. Cable rígido aislado con polietileno reticular, con cubierta de protección de PVC, utilizado en paro automático. Las pruebas aplicadas a este cable, serán las establecidas en la norma AFNOR C 32-321.

3. Cable destinado al tapiz-programa. El procedimiento para la recepción de los cables consta de las dos fases siguientes:

   a) Control óptico

      — Verificación del cableado del alma en función de la sección del conductor.

      — Inspección general de la construcción del cable.

   b) Control eléctrico

      — Prueba de continuidad. Se verificará con la ayuda de un óhmetro la continuidad del conductor.

      — Prueba de rigidez dieléctrica. Se aplicará progresivamente una tensión alterna senoidal de 2000 V eficaces a 50 Hz entre el alma del conductor y el aislamiento, durante un minuto. No se debe observar ningún deterioro.

      — Prueba de resistencia de aislamiento. El aislamiento se medirá después de tres minutos de carga bajo una tensión continua de 500 VCA entre el alma del conductor y la cubierta exterior. El valor de la resistencia de aislamiento deberá ser $\geq$ 5000 MΩ para una longitud $\leq$ 1 km. Esta prueba deberá ser realizada después de la prueba de rigidez dieléctrica.

4. Cable para la interconexión de las cajas de distribución y el tapiz-programa. Las pruebas que se realizarán para la recepción de estos cables serán las que a continuación se citan:

   4.1 Control óptico:

      — Verificación del cableado de las almas en función del número de hilos que lo forman.

      — Inspección general de la construcción del cable.

   4.2 Control eléctrico:

      — Prueba de continuidad. Se verificará por medio de un óhmetro la continuidad eléctrica de cada conductor.

      — Prueba de rigidez dieléctrica. Se aplicará progresivamente una tensión alterna senoidal de 2000 V eficaces a 50 Hz, durante un minuto: /

      Entre cada alma y la trenza de puesta a tierra.

      Entre el conjunto de las almas unidas entre ellas y la trenza de puesta a tierra.

      No se deberá observar ningún deterioro.

      — Prueba de resistencia de aislamiento. El aislamiento se medirá después de tres minutos de carga bajo una tensión continua de 500 VCA entre un alma del cable y la

otra siendo unida a la trenza; posteriormente se repetirá el mismo procedimiento para la segunda alma.

El valor de la resistencia de aislamiento deberá ser $\geq$ 5000 M Ω para una longitud $\leq$ 1 km. Esta prueba deberá ser efectuada después de la prueba de rigidez dieléctrica.

5. Cable para alta frecuencia tipo coaxial. La recepción de estos cables se hará conforme a las pruebas siguientes:

   a) Control óptico:

   — Verificación del cableado del alma en función del número de hilos que lo forman.

   — Inspección general de la constitución del cable.

   b) Control eléctrico:

   — Prueba de continuidad. Se verificará por medio de un óhmetro la continuidad eléctrica del alma conductora y de la trenza (blindaje).

   — Prueba de rigidez dieléctrica. Se aplicará progresivamente una tensión alterna senoidal de 2000 V eficaces a 50 Hz entre el alma conductora y la trenza (blindaje), durante un minuto. No se deberá observar ningún deterioro.

   — Prueba de resistencia de aislamiento: se aplicará una tensión de 500 VCA entre el alma conductora y la trenza (blindaje). El valor de la resistencia de aislamiento deberá ser $\geq$ 300 M Ω para una longitud $\leq$ 1 km. Esta prueba deberá llevarse a cabo después de la prueba de rigidez dieléctrica.

6. Cable tipo CVZ. Las pruebas a aplicarse serán las descritas en la norma francesa AFNOR 750-E (CVZ).

7. Cable multiconductor 600 V, aislamiento y cubierta exterior de PVC, usado en Señalización. Será probado de acuerdo a lo indicado, para este concepto, en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-18.

8. Cable de cobre estañado 750 V, aislamiento EPR y cubierta elastomérica, para Señalización. Las pruebas a las que será sometido este cable serán las establecidas en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-19.

9. Cable multiconductor 600 V, aislamiento EPR y cubierta elastomérica, de uso en Señalización. Deberán probarse de acuerdo a las pruebas indicadas en la especificación COV-SÑ-ET-05/86-20.

10. Cordón uso rudo tipo SO, usado por Señalización y Peaje (torniquetes). Las pruebas serán de acuerdo a la especificación COV-SÑ-TQ-ET-05/86-21.

11. Cable para tierra física de torniquetes. Las pruebas deberán realizarse según la especificación COV-SÑ-TQ-ET-05/86-22.

Cualquier verificación o prueba que no satisfaga las condiciones impuestas por esta Especificación o que haga surgir alguna inconformidad al respecto, originará el rechazo del lote correspondiente.

003.C.01.c.02 Empaque

Cada tramo de cable se deberá enrollar en un carrete de madera entablillado al 100 por ciento, de las dimensiones apropiadas y con suficiente rigidez mecánica para soportar el manejo durante su transporte.

Todos los tramos de cable deberán estar sellados en sus extremos, con un sello que impida la entrada de humedad en el interior del cable.

003.C.01.c.03 Garantía

El proveedor garantizará que los cables serán de primera calidad, libres de fallas de diseño y fabricación, de acuerdo con las características indicadas.

Si durante un año contado a partir de su entrega los cables fallan por causas imputables a la operación normal, el proveedor estará obligado a reponer el tramo o tramos de cables que hayan fallado sin costo alguno. En caso de que estas fallas fueran repetitivas, el proveedor deberá reponer la totalidad del lote entregado, sin costo alguno.

003.C.01.c.04 Derechos de patente

Los derechos de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. A

DUCTOS

004.A.01 DUCTOS DE ASBESTO-CEMENTO

004.A.01.b REFERENCIAS

Los ductos de asbesto-cemento utilizados para la canalización de los cables conductores de la corriente de tracción que alimenta a los motores del material rodante del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos para tuberías de asbesto-cemento establecidos en el Capítulo 5.33 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, con la diferencia, de que la clase mínima a utilizarse en las instalaciones del Metro, será la A-7.

004.A.02 DUCTOS DE PVC

004.A.02.b REFERENCIAS

Los ductos de PVC utilizados para la canalización de los cables conductores de la corriente de tracción que alimenta a los motores del material rodante del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos para tubería de PVC y conexiones establecidos en el Capítulo 5.38 Parte Primera, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, con la restricción de que el diámetro mínimo utilizado en las instalaciones del Metro no deberá ser menor de 19 milímetros.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. B

REGISTROS DE CONCRETO

004.B.01 REGISTROS DE CONCRETO

004.B.01.b REFERENCIAS

Los registros de concreto utilizados para la distribución de los cables conductores de la corriente de tracción que alimenta a los motores del material rodante del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.02.01.002.B.01 de estas especificaciones.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. C

CANALETAS DE CONCRETO

004.C.01 CANALETAS DE CONCRETO

004.C.01.a DESCRIPCION

Las canaletas son elementos prefabricados de concreto reforzado que sirven para alojar y proteger los cables de tracción, Mando Centralizado, Telecomunicaciones y Señalización, de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

Las canaletas a fabricar serán de un solo tipo:

Canaleta simple (una canal)

004.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Concreto hidráulico	4.01.01.002.G
Varillas de acero carrugadas y lisas para refuerzo del concreto	4.01.01.005.A

004.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las canaletas y tapas deberán ser de concreto f'_c = 200 kg/cm² (19.6 MPa) mínimo.

El acero de refuerzo deberá tener un límite elástico mínimo de 4200 kg/cm² (411.9 MPa).

1. Las barras y estribos serán de fierro redondo de 6.3 mm de diámetro con amarres de 2 mm de diámetro.

2. Las varillas de 6.3 mm de diámetro serán colocadas en medio de los distintos espesores de concreto y sus extremos serán detenidos a 15 mm del borde.

La longitud de la canaleta será de un metro.

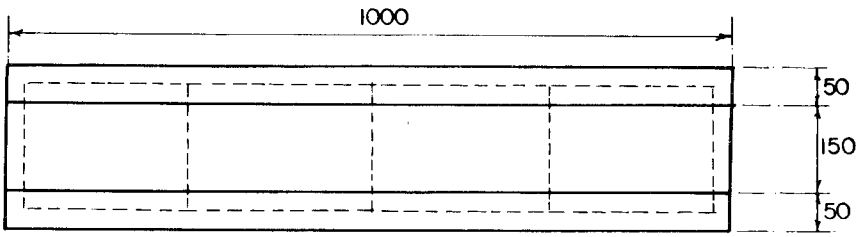
Cada tramo de canaleta deberá tener tapa.

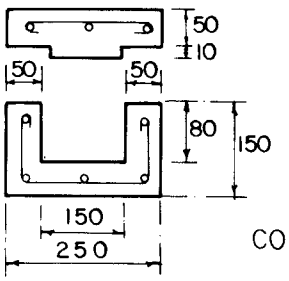
Las canaletas puestas a lo largo de las vías deberán utilizarse como pista; por eso es necesario que el ensamblado de estas canaletas sea sólido. Para ello, el ancho total de la parte superior de la canaleta, así como el ancho de sus tapas deben ser cada uno de $700 \text{ mm} \begin{smallmatrix} + 2 \\ - 0 \end{smallmatrix}$ mm.

El alto total de la canaleta (incluyendo las tapas) debe ser de $330 \text{ mm} \begin{smallmatrix} + 2 \\ - 0 \end{smallmatrix}$ mm.

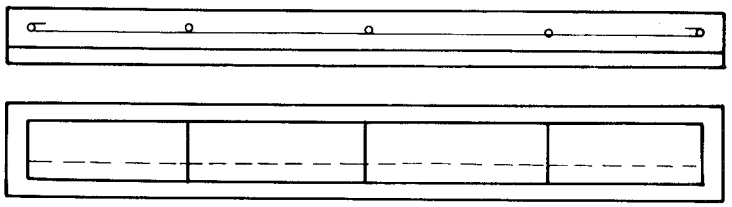
Las dimensiones y detalles de construcción de las canaletas, así como de sus accesorios (codo de 45°, codo de 90°, te, derivaciones, etc.) serán las indicadas por el proyecto.

El armado de las canaletas y tapas deberá respetarse según lo indicado por el proyecto, y salvo indicación contraria será en general como se indica en la fig 004-1.





CORTE TRANSVERSAL



ACOTACIONES, EN mm

CORTE LONGITUDINAL

LAS BARRAS Y ESTRIBOS SON DE FIERRO REDONDO DE 6.3mm DE DIAMETRO CON AMARRES DE 2mm DE DIAMETRO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO: $f'_c \geq 200$ kg/cm^2

Fig 004-1 Construcción e instalación de canaleta simple de concreto para seis cables de tracción

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. D

CHAROLAS SOPORTE, TIPO ESCALERA

004.D.01 CHAROLAS SOPORTE, TIPO ESCALERA

004.D.01.b REFERENCIAS

Las charolas soporte utilizadas para la distribución de los cables conductores de la corriente de tracción que alimenta a los motores del material rodante del Metro de la Ciudad de México, deberán cumplir con los requisitos establecidos en 4.02.01.002.C.01 de estas especificaciones.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. E

CONDUCTORES DE 1 kV PARA ALIMENTACION DE TRACCION

004.E.01 CONDUCTORES DE 1 KV PARA ALIMENTACION DE TRACCION

004.E.01.a DESCRIPCION

Los conductores eléctricos objeto de esta Especificación, son cables monopolares de cobre, con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), destinados al enlace de los elementos del sistema de tracción a partir de las subestaciones de rectificación hasta la alimentación propia de los trenes del Metro de la Ciudad de México; también se incluyen dentro de los alcances de esta Especificación los cables desnudos usados para efectuar los puentes entre rieles.

004.E.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos	NOM J-12
Alambre de cobre suave para usos eléctricos	NOM J-36
Método de prueba para la determinación de la absorción de agua en aislamientos a base de hule o sucedáneos usados en conductores eléctricos	NOM J-40
Método de prueba para la determinación de resistencia eléctrica y resistividad en materiales metálicos conductores de electricidad	NOM J-41
Determinación de los diámetros de conductores eléctricos desnudos	NOM J-66
Determinación del área de la sección transversal de conductores eléctricos cableados	NOM J-129
Determinación de espesores de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-177
Determinación del esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento de aislamiento y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-178
Prueba de envejecimiento acelerado en horno, de aislamientos y cubiertas protectoras de conductores eléctricos	NOM J-186
Métodos de prueba de alta tensión a corriente alterna y corriente directa para conductores eléctricos aislados	NOM J-293
Método de prueba para la determinación de la resistencia de aislamiento de conductores eléctricos	NOM J-294
Determinación del esfuerzo de ruptura por tensión y alargamiento de alambres para conductores eléctricos	NOM J-312
Cables y alambres para la transmisión y distribución de energía eléctrica, con aislamiento de polietileno vulcanizado	IPCEA-S-66-524 NEMA WCT
Conductores eléctricos con aislamiento de polietileno de cadena cruzada XLP	UL 44

004.E.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los conductores con aislamiento de polietileno anteriormente descritos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas correspondientes referidas en 004.E.01.b de esta Especificación, de acuerdo con lo siguiente:

1. Los cables serán apropiados para una tensión nominal de 1 kV, y una tensión de operación de 750 VCD y para ser instalados sobre clemas, charolas, canaletas de concreto armado, ductos o trincheras, frecuentemente sumergidos en agua, con temperatura ambiente de 268 K (− 5°C) a 308 K (+ 35°C), susceptibles de ser sometidos a vibraciones de pequeña amplitud; además deberán resistir los ataques de roedores.

2. Temperatura de operación. El diseño y construcción del cable debe ser tal que pueda operar satisfactoriamente en lugares húmedos o secos, a una temperatura máxima continua en el conductor de 363 K (90°C) para operación normal, 403 K (130°C) en condiciones de operación de emergencia y 523 K (250°C) en condiciones de cortocircuito.

3. Conductor. Deberá cumplir en general con lo indicado en las normas NOM J-12 y J-36, además de lo siguiente:

   — Material. Será de cobre recocido, con cableado concéntrico clase D, desnudo y de temple suave clase B.

   — Calibre. Deberá ser de 240 mm^2, formado por 91 hilos.

   — Resistencia. Los valores obtenidos no deberán exceder a los indicados en la norma NOM J-12.

4. Aislamiento. El material debe ser un compuesto extruido de polietileno de cadena cruzada (XLP) vulcanizado aplicado directamente sobre el conductor y resistente a la intemperie.

   — Color. El aislamiento será de color negro.

   — Espesor. El espesor promedio será de 4 mm con un espesor mínimo medido no menor de 3.6 mm. Lo anterior se verificará en el 100 por ciento de los tramos, según el método de prueba de la norma NOM J-177, en lo correspondiente para cables sin cubierta protectora.

   — Esfuerzo de tensión a la ruptura y alargamiento. El esfuerzo de tensión a la ruptura debe ser de 127 kg/cm^2 como mínimo. El alargamiento medido al momento de la ruptura de la muestra debe ser de 250 por ciento como mínimo. Ambos valores deberán determinarse sobre la misma muestra según el método de prueba NOM J-178. Lo anterior se verificará cada 10 km de la longitud total del pedido.

   — Envejecimiento acelerado. Las muestras de aislamiento de estos conductores que hayan sido sometidos a un envejecimiento acelerado en aire, durante 168 horas a 121 $\pm$ 1°C, según el método de prueba NOM J-186, deberán presentar una retención mínima de 75 por ciento del esfuerzo de tensión a la ruptura y al alargamiento, con respecto a los valores obtenidos en una muestra tomada de un tramo contiguo a aquél que se sometió al envejecimiento. Lo anterior se verificará cada 10 km de la longitud total del pedido.

   — Absorción de humedad. El aislamiento deberá satisfacer los requisitos siguientes cuando se le somete al método de prueba de la norma NOM J-40:

     Valor máximo de constante dieléctrica, después de un día: 6%.

     Valor máximo del incremento en capacitancia:

     1 a 14 días: 3%

     7 a 14 días: 1.5%

Los conductores desnudos deberán cumplir con lo especificado en el capítulo 5.54 del Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF, referente a cables de cobre desnudo tipo semiduro de calibre 250 kCM (MCM), de 91 hilos.

004.E.01.c.01 Marcado

Los cables con aislamiento de polietileno deben llevar en toda su longitud, una identificación permanente inscrita en la superficie exterior con: nombre del fabricante, tensión nominal, tipo de aislamiento, calibre y año de fabricación. Esta identificación debe repetirse a lo largo del cable en intervalos regulares, de tal forma que la superficie que no está marcada, no exceda de 100 centímetros.

004.E.01.c.02 Pruebas

Los conductores deberán someterse a los métodos de prueba aplicables según las referencias indicadas en 004.E.01.b, de acuerdo a lo siguiente:

1. Eléctricas:

   — Tensión de corriente alterna o corriente directa. Los conductores aislados deben soportar, según el método de prueba de la norma NOM J-293 durante cinco minutos la aplicación de una tensión en corriente alterna, cuyo valor será de 9.5 kV o durante 15 minutos la aplicación de una tensión en corriente directa cuyo valor será de 28.5 kV. Lo anterior se verificará en el 100 por ciento de los tramos.

   — Resistencia de aislamiento. Los conductores aislados deben tener, según el método de prueba de la norma NOM J-294, una resistencia de aislamiento en megaohms-km, igual o mayor que la correspondiente a una constante de 6100 a 15.6°C; si se efectúa la prueba a un valor diferente de 15.6°C, el valor obtenido deberá referirse a dicha temperatura haciendo uso de los valores de corrección indicados en la norma IPCEA S-66-524 verificándose en el 100 por ciento de los tramos.

004.E.01.c.03 Empaque

Cada tramo de cable se deberá enrollar en un carrete de madera entablillado al 100 por ciento de dimensiones adecuadas y con suficiente rigidez mecánica para soportar el manejo durante su transporte.

Las longitudes de cable utilizadas en la realización de las pruebas indicadas en esta especificación no causarán cargo alguno para el Representante.

La longitud normal de los tramos de embarque debe ser de 500 m con una tolerancia de $\pm$ 5%, a menos que se solicite una longitud diferente.

Hasta un 10 por ciento de los tramos de un pedido pueden ser entregados en tramos de longitud más corta que la normal, pero no menores de 250 metros.

004.E.01.c.04 Garantía

El fabricante garantizará que los cables que amparan estas especificaciones, sean de primera calidad, libres de fallas de diseño y fabricación, de acuerdo a las características especificadas.

Si durante un año contado a partir de su entrega, los cables fallan por causas imputables a la opera-

ción normal, el fabricante está obligado a reponer el tramo o tramos de cable afectado, sin costo alguno para el Representante.

En caso de que estas fallas fueran repetitivas, el fabricante deberá reponer la totalidad del lote entregado, sin costo alguno para el Representante.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. F

CONECTORES

004.F.01 CONECTORES MECANICOS

004.F.01.a DESCRIPCION

Son piezas metálicas de conductividad eléctrica y resistencia mecánica adecuadas, provistas de uno o más receptáculos que sirven para efectuar la conexión de los conductores mediante los tornillos que ejercen presión en el área de contacto conector - conductor.

Los conectores mecánicos tipo zapata serán utilizados en los diversos tipos de conexiones que permitirán la continuidad en la conducción de la energía de tracción para el Metro de la Ciudad de México. Estarán provistos, en un extremo, de un receptáculo que sirve para unir un conductor y en el otro una superficie de contacto plana (lengüeta), la cual se fija por medio de dos tornillos a una superficie plana conductora.

004.F.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Productos de hierro y acero galvanizado por inmersión en caliente	NOM J-151
Conectores de cobre tipo mecánico	NOM J-395
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

004.F.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los conectores deberán cumplir con los requisitos correspondientes establecidos en 5 "Especificaciones" de la norma NOM J-395.

004.F.01.c.01 Identificación

1. Los conectores deberán tener en un lugar visible en forma clara e indeleble, como mínimo las siguientes marcas:

   — Nombre del fabricante o sus siglas.

   — Designación del conductor en mm^2, AWG o kCM (MCM) si se trata de alambre o cable.

   Si la superficie del conector lo permite, se deberá incluir además:

   — Número de autorización de fabricación, venta y uso.

   — La leyenda "Hecho en México".

   — Número de catálogo.

2. En el empaque se deberá marcar en forma clara, visible y permanente lo siguiente:

   — Nombre del fabricante o sus siglas.

   — Designación del conector.

   — Número de catálogo.

   — Peso en kilogramos.

   — La leyenda "Hecho en México".

   — Número de autorización, venta y uso.

004.F.01.c.02 Muestreo

Será realizado de común acuerdo con el proveedor, tomando como base a la norma NOM Z-12 (R-18).

004.F.01.c.03 Pruebas

Las pruebas y métodos para los conectores deberán realizarse de acuerdo a lo establecido en 7 "Métotodos de prueba" de la norma NOM J-395.

004.F.02 CONECTORES SOLDABLES

004.F.02.b REFERENCIAS

Los conectores o conexiones soldables que permiten la unión entre dos o más conductores o entre conductor y diferentes elementos tales como placas, estructuras, rieles y en general piezas metálicas utilizadas en la conducción de la energía de tracción para el Metro de la Ciudad de México, serán de acuerdo con lo establecido en el inciso 5.64.02.3 del capítulo 5.64, Parte Segunda, Libro Quinto de las Normas Generales de Construcción del DDF para el tipo de soldadura aluminotérmica (tipo Cadwell).

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. G

CUPONES DE PROTECCION

004.G.01 CUPONES DE PROTECCION

004.G.01.a DESCRIPCION

La presente Especificación establece los requisitos técnicos relativos a la calidad y condiciones de recepción del material que integra el cupón de protección, el cual forma parte del equipamiento de las vías del Metro de la Ciudad de México.

El cupón de protección, neutro o de seccionamiento, como también se le conoce, es un elemento especialmente construido y colocado para seccionar eléctricamente la barra guía, teniendo como finalidades las siguientes:

1. En condición normal de operación, permite la continuidad de la alimentación eléctrica a lo largo de la línea.

2. En condiciones de urgencia o mantenimiento, permite un aislamiento total entre zonas y/o secciones adyacentes al equipo de protección, evitando el puenteo por medio de las escobillas positivas de un tren de una zona energizada con una zona sin potencial.

3. Bajo cualquier condición de operación, garantiza la continuidad de la función de guiado de la barra guía.

El cupón de protección en forma general está formado por los siguientes elementos: bloque aislante, placa metálica, barras de seccionamiento, placa aislante y elementos de sujeción. La posición y cantidad de los bloques aislantes así como sus características particulares corresponderán a lo que se indique en el proyecto.

1. Bloque aislante. Es un elemento construido de material aislante cuya finalidad es el aislamiento eléctrico entre sí de las distintas secciones de alimentación de la barra guía. Las características del material aquí considerado son las de un aislante estratificado a base de fibra de vidrio y de resina epóxica.

2. Placa metálica. Son placas de acero inoxidable AISI 316 de 4.7 mm de espesor destinadas al apoyo y revestimiento de las barras guía en los seccionamientos con bloque o placa aislante.

3. Barras de seccionamiento. Son las secciones de barra guía cuya longitud es la que indica el proyecto de acuerdo a la localización y número de bloques aislantes.

4. Placa aislante. Son placas de material aislante de 4 mm de espesor destinadas al revestimiento de las barras guía.

5. Elementos de sujeción. Son aquéllos que permiten el montaje y sujeción de los bloques y placas aislantes así como placas metálicas entre las barras de seccionamiento. La geometría, ubicación y descripción de estos elementos serán definidas por el proyecto.

004.G.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Barra guía francesa	4.02.01.001.C.05
Barra guía en acero A-36	4.02.01.001.C.06
Aisladores	4.02.01.001.D.01
Pequeño material aislante para vía y aparatos de vía	4.02.01.001.E.01
Placas de material aislante	4.02.01.001.E.05
Bloque aislante para barra guía y toma de corriente	4.02.01.001.E.06
Tornillos de cabeza cilíndrica con inserción hexagonal	NOM H-28
Determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes	NOM J-120
Láminas de acero inoxidable 316 (AISI)	ASTM A-240
Resistencia a la tensión (de materiales aislantes eléctricos) en placas rígidas. Pruebas	ASTM D-229
Resistencia al impacto de plásticos y materiales aislantes	ASTM D-256
Resistencia a la corriente directa o conductancia de materiales aislantes	ASTM D-257
Propiedades a la flexión de plásticos y materiales aislantes	ASTM D-790

004.G.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales que componen el cupón de protección, objeto de esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas correspon-

dientes referidas en 004.G.01.b de esta Especificación, así como con lo siguiente:

1. Cupón de protección. Deberá ser diseñado para las características generales que se citan a continuación:

   — Tensión máxima: 900 VCD.

   — Tensión de operación: 750 VCD.

   — Tensión de aislamiento: 1500 VCD.

   — Distancia de aislamiento: 16 cm mínimo.

   — Esfuerzo horizontal producido por el paso del tren sobre el cupón: 6000 kg en cualquier punto, a lo largo de toda su longitud.

   a) Identificación. Se deberán poner las marcas que a consideración del proyecto sean necesarias para la fácil y permanente localización del cupón, en toda su longitud.

   b) Pruebas. Las pruebas que se efectuarán sobre el cupón ya formado se harán como se indique por proyecto y de acuerdo con el Representante.

   c) Garantía. En general los materiales que conforman el cupón de protección, estarán garantizados por el Contratista durante un periodo de dos años, contados a partir de su puesta en servicio en la vía, sin que por eso pueda ejercerse ningún recurso después de más de cuatro años contados a partir de la fecha de su entrega.

   d) Derechos de patente. Los derechos de patente que puedan presentarse tanto en el cupón, como en los materiales componentes, estarán a cargo del Contratista quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación a este respecto.

2. Bloque aislante. La forma y dimensiones de los bloques serán conforme a los planos de proyecto. Además de las indicaciones de éste y salvo estipulaciones contrarias las tolerancias generales, identificación, muestreo, pruebas, bases de aceptación, empaque, derechos de patente y garantía serán de acuerdo a lo establecido en 4.02.01.001.E.06.c (Bloque aislante para barra guía y toma de corriente) de estas especificaciones.

3. Placa metálica. Será de acero inoxidable AISI 316, el cual deberá cumplir en forma general con los requisitos establecidos en la norma ASTM-240, en cuanto a muestreo, pruebas, bases de aceptación y empaque. Además deberá cumplir con las siguientes características:

   a) Forma, dimensiones y tolerancias. Serán de acuerdo a los planos de proyecto.

   b) Químicas. La composición del acero, en porcentaje, será la siguiente:

      — Carbono: 0.08 máximo.

      — Manganeso: 2.00 máximo

      — Silicio: 1.00 máximo

      — Cromo: 16.00 a 18.00.

      — Níquel: 10.00 a 14.00.

      — Molibdeno: 2.00 a 3.00.

   c) Identificación. Llevarán marcadas, la marca del proveedor, mes y las dos dos últimas cifras del año de ensamble y un símbolo que precise la categoría del producto empleado.

4. Barras de seccionamiento. Deberán cumplir con lo que se indica en 4.02.01.001.C.05 y 4.02.01.001.C.06 para barras guía de estas especificaciones.

5. Placas de material aislante. Serán los que se establecen en 4.02.01.001.E.05 de estas especificaciones.

6. Elementos de sujeción. El tipo y número serán los que indique el proyecto y deberán cumplir las características especificadas en la norma NOM H-28.

CLAUSULA 4. 02. 01. 004. H

MALLAS EQUIPOTENCIALES

004.H MALLAS EQUIPOTENCIALES

004.H.01.a DESCRIPCION

Las mallas equipotenciales, a las que se refiere esta Especificación, están formadas por el agrupamiento de barras de sección circular de hierro dulce conectadas al acero estructural de las líneas elevadas del Metro de la Ciudad de México, por medio de ángulos del mismo material, con la finalidad de prevenir la aceleración del deterioro electroquímico (corrosión) en dicho acero, la cual se incrementa por la circulación de corrientes parásitas originadas en la energización de las vías.

004.H.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM B-1
Método de prueba de tracción para acero	NOM B-117
Métodos de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

004.H.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

El hierro dulce (ángulo y barra) deberá poseer una resistencia eléctrica baja para mantener el potencial dentro de los límites adecuados de operación y seguridad.

El hierro dulce deberá cumplir lo que se indica en las tablas 004-1 y 004-2.

El muestreo del material se realizará de común acuerdo con el proveedor tomando como base a la norma NOM Z-12 (R-18).

Tabla 004-1. Requisitos físicos

Concepto	Menos de 41.3 mm (1 5/8 pulg.) de diámetro o espesor	41.3 mm (1 5/8 pulg.) a 63.5 mm (2 1/2 pulg.) de diámetro o espesor sin incluir las de 63.5 mm	63.5 mm (2 1/2 pulg.) en adelante de diámetro o espesor y todas las barras planas
Grado A, refinado doble			
Resistencia a la tracción, RT MPa (kg/mm²)	331 – 372 (33.8-37.9)	324 – 372 (33.0-37.9)	317 – 372 (32.3-37.9)
Punto de fluencia, mín.	0.60 RT	0.55 RT	0.50 RT
Alargamiento en 200 mm, porcentaje mín.	28	25	22
Reducción en área, porcentaje mín.	45	40	35
Grado B, refinado doble			
Resistencia a la tracción, MPa (kg/mm²)	331 (33.8)	324 (33.0)	317 (32.3)
Punto de fluencia, mín.	0.60 RT	0.55 RT	0.50 RT
Alargamiento en 200 mm, porcentaje mín.	25	22	20
Reducción en área, porcentaje mín.	40	35	30

Tabla 004-2. Requisitos químicos

Material	Carbono C %	Manganeso Mn %	Fósforo P %	Azufre S %	Silicio Si %	Escoria en piso
Hierro dulce (pudelado a mano)	0.06	0.05	0.068	0.009	0.10	2.0
Hierro dulce (Byers)	0.08	0.02	0.062	0.010	0.16	1.2

CLAUSULA 4. 02. 01. 005. A

REJILLAS PARA SISTEMAS DE AIRE

005.A.01 REJILLAS PARA SISTEMAS DE AIRE

005.A.01.a DESCRIPCION

Se describen los elementos metálicos que tienen como función permitir el paso, suministro, difusión, retorno o extracción del aire en los locales e instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

Las rejillas para aire acondicionado son elementos metálicos que se fabrican de diversos materiales como lámina de acero al carbón o con acero acabado galvanizado y perfiles de aluminio, que en algunos casos son terminadas con una capa de pintura anticorrosiva y acabado en esmalte; su función es permitir el paso y difusión del aire acondicionado en los locales e instalaciones que lo requieran; por su colocación pueden ser para techo, piso o para muro; por su aplicación se dividen en: registros y rejillas para inyección, extracción, retorno, control de presión y volumen de aire y en difusores pudiendo tener deflexión sencilla o múltiple.

005.A.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Rejillas electroforjadas	4.01.01.005.Ñ
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Radiografías de soldadura	DDF 4.15-E
Varillas y electrodos para soldadura	DDF 5.18 (Libro Quinto, Parte Primera)
Perfiles de aluminio	DDF 5.31 (Libro Quinto, Parte Segunda)
Muestreo para inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Conjunto de códigos de pruebas para difusores de aire	ADC 1062R4
Método de prueba para evaluar el comportamiento acústico del control de aire, dispositivos terminados y equipos similares	ASHRAE 36-72

005.A.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las dimensiones, tipos y características de las rejillas, registros o difusores, estarán de acuerdo con las indicaciones y lineamientos del proyecto y deberán cumplir con los códigos y normas que se citan en las referencias, o en su defecto con lo señalado en 2.20.11.5.4.f.3 del capítulo 2.20.11 del Libro 2 Segunda Parte de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Las rejillas para ventilación deberán ser como las que indique el proyecto, por lo que a los requisitos de calidad, pruebas, criterios de muestreo, aceptación y tolerancias se refiere; se sujetarán a lo especificado en el capítulo 4.01.01.005.Ñ, de estas especificaciones.

Las rejillas y difusores para ventilación mecánica y aire acondicionado, serán del tipo y características de calidad que indique el proyecto teniendo como mínimo las características siguientes:

1. Las rejillas de suministro de aire deberán ser de doble deflexión, con un juego de persianas frontales verticales y un juego de persianas horizontales ajustables a cualquier grado de deflexión.

2. Las persianas deberán ser de aluminio extruido con perfil aerodinámico y espaciadas a cada 19 mm, con refuerzos a cada 457 mm; las persianas deberán permanecer fijas en su posición de deflexión bajo cualquier velocidad del aire.

3. El marco será de acero al carbono con un espesor mínimo de 1.3 mm, construido en una sola pieza.

4. La rejilla deberá llevar un empaque de poliuretano para evitar fugas de aire.

5. El acabado de la rejilla será de acuerdo con lo especificado en el proyecto.

6. Las compuertas serán de aspas o puertas construidas de acero esmaltado e instalados directamente atrás de la rejilla y operadas desde el exterior.

7. Los deflectores giratorios deberán ser de aspas fijas curvadas, construidas en aluminio extruido y marco de acero esmaltado, ajustable a cualquier ángulo por medio de alambres sujetos con tornillos.

8. Las persianas a prueba de tormenta, serán fabricadas en lámina galvanizada calibre 16 mínimo, hojas fijas horizontales con una sección transversal mínima de 51 milímetros.

El proveedor deberá suministrar las rejillas con una compuerta de control de volumen cada una, así como deflectores giratorios (si la conexión al ramal es tipo "te"), de acuerdo a las características indicadas en el proyecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 005. B

FILTROS PARA AIRE ACONDICIONADO

005.B.01 FILTROS PARA AIRE ACONDICIONADO

005.B.01.a DESCRIPCION

Son elementos que se utilizan para la limpieza del aire atmosférico; están formados por un bastidor metálico, que es un marco con malla y un medio filtrante.

Esta Especificación establece los requisitos mínimos para el suministro de filtros de aire tipo seco lavable; su cumplimiento no libera al proveedor de suministrar los filtros con las características de diseño y fabricación indicadas en el proyecto.

005.B.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Malla de alambre para cercados	4.01.01.005.H
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Unidades de seguridad para filtros de aire	UL900-1971
Método de prueba para retención de substancias en los dispositivos limpiadores de aire usados en ventilación general	ASHRAE 52-68
Unidades de seguridad para filtros (alta eficiencia)	UL586-1971
Método de prueba para filtros de aire usados en aire acondicionado y ventilación general	BS2831
Método de prueba para flama de sodio en filtros de aire	BS3928
Dispositivos para filtros de aire	ARI680-74

005.B.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los filtros de aire serán capaces de cumplir con las condiciones generales siguientes:

1. Condiciones generales de servicio:

   — Temperatura ambiente máxima: 308.15 K (35°C)

   — Características del polvo: Tipo atmosférico.

   — Eficiencia de colocación de polvo: 92%.

   — Velocidad máxima del aire en el área de los filtros: 2.5 m/s (500 PPM).

   — Velocidad recomendada del aire, en el área frontal de los filtros: de 1.00 a 2.00 m/s (200 a 400 PPM).

2. Condiciones generales de trabajo:

   — Los filtros estarán expuestos a la acción de los elementos naturales.

   — Los filtros deberán provocar una caída de presión de 49.032 a 98.064 Pa (de 5 a 10 mm de columna de agua) como máximo, operando limpio.

   — Los filtros se usarán para la limpieza del aire atmosférico.

Los filtros serán del tipo seco, lavables e incombustibles; se fabricarán de acuerdo a las dimensiones indicadas en el proyecto o en su defecto con lo señalado en 2.20.11.5.4.f.4 del capítulo 2.20.11 del Libro 2 Parte Segunda de las Normas Generales de Construcción del DDF tomando en cuenta las características de fabricación siguientes:

1. Los filtros de aire constan de celda de filtración y marco; tendrán además un gabinete para su montaje y serán de la capacidad requerida.

2. Los filtros deberán ser fabricados de fibras gruesas de alta porosidad o celdas de filtración de material plástico de amida, fibras de vidrio o algún otro material sintético; el medio filtrante será recubierto con una substancia viscosa, que actúe como un adhesivo para las partículas que incidan sobre las fibras; la velocidad del aire de diseño deberá ser 1 a 4 m/s (200 a 800 PPM), con baja caída de presión.

3. El medio filtrante podrá ser de malla de alambre galvanizado, metal corrugado o mamparas metálicas, en el cual la dirección del flujo del aire cambia rápidamente conforme pase a través del filtro; el polvo incide sobre los elementos metálicos. La dirección del flujo del aire a través del filtro, puede ser en uno u otro sentido.

4. Los filtros deberán llevar un marco de lámina galvanizada calibre 16 mínimo y serán montados en

un gabinete construido en lámina galvanizada calibre 19 mínimo; los marcos estarán provistos de un empaque de material plástico para sellar la unión del mismo con la celda de filtración.

La caída de presión final no deberá ser mayor de 124.54 Pa (12.1 mm de columna de agua) y en tal caso los filtros deberán ser lavados con agua o vapor y luego recubiertos con el adhesivo recomendado por el proveedor.

Todos los filtros que se suministren serán intercambiables entre sí, sin que se requiera modificación.

La fabricación y prueba de los filtros se regirá de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo señalado en los códigos y normas citadas en las referencias.

Las pruebas de eficiencia de filtración que se realizarán son:

— Arrestancia o peso; efectuada con polvo sintético.

— Mancha o área; efectuada con polvo atmosférico.

Las pruebas se efectuarán de acuerdo con la norma ASHRAE 52-68.

Los filtros se suministrarán con una garantía contra cualquier defecto de diseño, material, equipo o mano de obra, con una vigencia de un año a partir de la fecha de entrega como mínimo.

CLAUSULA 4. 02. 01. 005. C

DUCTOS PARA SISTEMAS DE AIRE

005.C.01 DUCTOS PARA SISTEMAS DE AIRE

005.C.01.a DESCRIPCION

Son elementos metálicos de diversas secciones y variadas dimensiones que se utilizan como conductores en los sistemas de aire que se instalan en el Metro de la Ciudad de México.

Los ductos por sus aplicaciones y características particulares señaladas en el proyecto, pueden ser fabricados o construidos en el lugar y se clasifican en:

1. Ductos para sistemas de ventilación, extracción y aire acondicionado; son construidos generalmente en lámina de acero al carbono galvanizada, cubiertos para su protección con una capa de anticorrosivo y por lo general llevan un aislante térmico.

2. Las tuberías para sistemas de aire comprimido, refrigeración o calefacción, son generalmente de acero al carbono, galvanizado o cobre y constan de piezas especiales, válvulas y accesorios; en general las tuberías de refrigeración y calefacción son protegidas con la aplicación de un aislante térmico.

005.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuberías de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Piezas especiales y accesorios para tubería	4.01.01.017.L
Conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado	4.01.01.017.M
Válvulas para uso general	4.01.01.018.A
Varillas y electrodos para soldadura	DDF 5.18 Libro Quinto, Primera Parte
Radiografías de soldadura	DDF 4.15-E
Válvulas, piezas especiales y accesorios	DDF 5.40
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Ductos de aire	DDF 4.46-E
Normas de seguridad para ductos de aire	UL 181-1972
Fabricación de materiales y conexiones para ductos de aire	UL 181
Normas de construcción para ductos de baja presión	SMACNA
Construcción de ductos de baja velocidad	SMACNA-1969
Construcción de ductos de alta velocidad	SMACNA-1969
Instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación	NFPA 90A
Instalación de sistemas de aire caliente, calefacción y aire acondicionado	NFPA 90B

005.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los ductos para sistemas de aire, se fabrican con los materiales y en las dimensiones y formas (secciones) que indique el proyecto, tomando en cuenta lo siguiente:

1. Los ductos, cuadrados para sistemas de aire acondicionado y ventilación, se construirán de lámina galvanizada del calibre indicado en el proyecto, y tendrán las dimensiones y características señaladas por el mismo, o en su defecto indicado en 2.20.11.5.4.f.2 del Capítulo 2.20.11, Libro 2, Segunda Parte de las Normas Generales de Construcción del DDF conforme a lo siguiente:

   — Las paredes de los ductos se deberán rigidizar utilizando vientos o dobleces.

   — Las juntas en los ductos, serán del tipo indicado en el proyecto y podrán ser:

   Longitudinales en paredes de ducto, del tipo engargolado y para el caso de las esquinas, el cierre Pittsburgh.

Longitudinales en paredes de ducto, del tipo S plana deslizada o reforzada deslizada.

Los cierres de esquina, serán del tipo cierre de bolsillo.

— La construcción de codos se hará considerando los de radio corto cuyo radio medio es igual al tamaño del ducto; en los casos donde sea necesario utilizar radios menores, el codo deberá llevar deflectores.

— La construcción de ramales deberá ser a partir del área de la sección transversal del ramal principal o como lo indique el proyecto.

— Los cambios de sección de ductos por contracción o expansión y las conexiones para registros y rejillas, serán de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

2. Los ductos para los sistemas de colección de polvos y de extracción de virutas se fabricarán de lámina de acero al carbono ASTM A-283 grado C o D, del calibre indicado en el proyecto, y tendrán las dimensiones y características indicadas en el mismo proyecto, conforme a lo siguiente:

— La soldadura se ejecutará de acuerdo a los requerimientos establecidos en las especificaciones de la AWS.

— Los ductos en sus tramos rectos se fabricarán de acuerdo con el diámetro y espesor (calibre) indicado en el proyecto.

— Los codos y transiciones se fabricarán de un espesor dos calibres más grueso que el de los ductos.

— Todas las bridas se fabricarán de placa calibre 12 y serán de acero al carbono ASTM A-285 grado C o D.

— Las campanas de captura de polvos serán de lámina de acero al carbono calibre 16.

— Toda la tornillería y tuercas serán de acuerdo con la norma ASTM A-307, galvanizadas; los tornillos tendrán cabeza cuadrada regular y las tuercas serán hexagonales para trabajo pesado.

— Las juntas flexibles que se indiquen en el proyecto, serán de lona cubierta de neopreno y refuerzo de acero.

— Las compuertas tipo guillotina, se construirán de lámina de acero al carbono de las dimensiones que indique el proyecto.

— Las bridas ciegas para servicio, se fabricarán con placa de acero al carbono calibre 12 y tendrán el número de orificios que indique el proyecto; la unión entre bridas tendrá un empaque de neopreno.

3. Las tuberías para refrigeración serán de cobre rígido tipo "L" que cumpla la norma ASTM B-83; los accesorios serán de cobre forjado y juntas soldables, de conformidad con las normas ASTM B-75, B-124 y ANSI B-70-1; los empaques deberán ser de un material al cual no le afecte el refrigerante, ni su temperatura de operación; las válvulas serán tipo ángulo o similar con conexiones soldables; no deberán usarse válvulas de compuerta o macho en líneas de líquido.

4. Las tuberías para calefacción serán de acero galvanizado, en las dimensiones indicadas en el proyecto.

5. Las tuberías para aire comprimido serán de acero galvanizado y de acero al carbono sin costura; la tubería galvanizada se usará en el circuito de agua de enfriamiento y la de acero sin costura en el sistema de producción y distribución del aire comprimido; los diámetros requeridos se indican en el proyecto, teniéndose en cuenta lo siguiente.

— Tubería de acero al carbono.

— Para diámetros de 64 mm y menores, se usarán uniones roscadas.

— Para diámetros de 76 mm y mayores se utilizarán bridas para una presión de 1034 kPa (10.55 kg/cm^2).

— Las conexiones serán de hierro maleable (negras) norma NOM 44; en las tuberías bridadas se usarán conexiones bridadas para una presión de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm^2).

6. Las uniones y conexiones se efectuarán con los materiales y procedimientos indicados en el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

— En las uniones roscadas se cuidará que las cuerdas se encuentren libres de rebabas y sin deterioros; se utilizarán los sellantes indicados en el proyecto.

— En las uniones soldadas se cuidará que:

Todas las tuberías sean de extremos biselados con la superficie interna lisa.

Las soldaduras deberán cumplir con las normas que se refieren y con la API 1104 o AWS; en el caso de las tuberías de cobre se usará soldadura de plata, que cumpla con la sección IX ASME "Boiler and Pressure Vessel Code" y ANSI B.31.5; en todo caso se deberá efectuar conforme al tipo, diámetro y espesor de la tubería.

7. Las válvulas, piezas especiales y demás accesorios, serán del tipo y diámetro indicados en el proyecto, teniendo en cuenta que:

— En aire comprimido se tiene:

Para circuito de agua de enfriamiento, válvulas de compuerta, válvulas de retención, filtros "Y", además de otros accesorios y piezas especiales.

Las válvulas en la distribución y producción del aire comprimido, tendrán lo siguiente:

Para diámetros de 64 mm o menores, serán roscados. Para diámetros mayores se usarán válvulas de globo o mariposa, para una presión de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm²).

8. Todos los tornillos serán de acuerdo con la norma ASTM A-307 y las tuercas con la ASTM A-197, del tipo galvanizado, o de cualquier otro material que no sea afectado por la corrosión; los empaques serán de plomo para una presión de 1034.50 kPa (10.55 kg/cm²), norma ANSI.

Los materiales y ductos en general, para su aprobación y aceptación, deberán someterse a las pruebas que para certificar su calidad indique el proyecto.

Las pruebas para ductos son entre otras, la hidrostática y la de fugas, las que se aplicarán conforme al tipo de ducto y el servicio que presten; en todo caso se deberá cumplir como mínimo lo siguiente:

a) Ductos para ventilación y aire acondicionado; pruebas para:

   — Baja presión. Velocidad menor que 2000 pies/min (10.16 m/s): presión estática menor o igual que 498.164 Pa (2 pulg. columna de agua)

   — Presión media. Velocidad igual a 200 pies/min (10.16 m/s): presión estática menor o igual que 1494.15 Pa (6 pulg. columna de agua)

   — Alta presión. Velocidades mayores que 2000 pies/min (10.16 m/s): presión estática mayor que 1494.15 Pa (6 pulg. columna de agua) hasta 2490.82 Pa (10 pulg. columna de agua)

b) Tuberías de aire comprimido; prueba neumática:

   — Se probarán a las presiones de trabajo indicadas en el proyecto y en todo caso no serán menores de 1078.73 kPa (11 kg/cm²), durante un tiempo de tres horas.

La calidad, criterios de muestreo y pruebas para los materiales y productos, se especifican en las referencias que se citan.

Las recomendaciones para la fabricación de los ductos para aire acondicionado y ventilación, serán las indicadas en el proyecto; en todo caso véase capítulo I Construcción de Ductos, págs. 1.3 a 1.5 de ASHRAE HANDBOOK AND PRODUCT DIRECTORY EQUIPMENT y las Normas de Construcción de Ductos, SMACND, última edición.

CLAUSULA 4. 02. 01. 005. D

SOPORTERIA PARA DUCTOS

005.D.01 SOPORTERIA PARA DUCTOS

005.D.01.a DESCRIPCION

Se describen los elementos metálicos que se utilizan para el anclaje y fijación de los ductos en general, manteniéndolos en su posición original, pero permitiendo el movimiento que por efectos de temperatura tengan.

Los soportes por sus características pueden ser de fábrica o elaborados en obra; por el material de que están hechos, de acero al carbono, lámina galvanizada, etc.; están formados por tuercas, tornillos, rondanas, abrazaderas, sujetadores, roscados, etcétera.

005.D.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Tubería y piezas especiales de fo. fo.	DDF 4-21-E
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

005.D.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los elementos de soporte y anclaje de los ductos para sistemas de aire, se regirán de acuerdo a los lineamientos e indicaciones del proyecto, o en su defecto con lo señalado en la tabla de requisitos para soporte de ductos del inciso 2.20.11.5.4.f.2 del Capítulo 2.20.11, Libro 2, Segunda Parte de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Las pruebas, criterios de muestreo y requisitos de calidad de los materiales para los elementos de soporte y anclaje de los ductos, se establecen en las referencias citadas.

CLAUSULA 4. 02. 01. 005. E

AISLANTES TERMICOS

005.E.01 AISLANTES TERMICOS

005.E.01.a DESCRIPCION

Los aislantes térmicos son elementos que oponen resistencia al paso de la temperatura y están formados por productos que se usan para evitar la pérdida y ganancia de temperatura en los ductos o sistemas sometidos a la acción térmica, así como para protección de los operarios y del sistema mismo.

Los aislantes se aplicarán sobre los ductos, tuberías o sistemas que lo requieran, como son: ductos de aire acondicionado, sistemas de refrigeración, producción y distribución de vapor, etcétera.

El aislante generalmente usado es a base de fibra de vidrio y por sus características se clasifica de acuerdo con la norma NOM C-230 en:

1. Por su temperatura máxima de operación:

   Clase I: para usarse en temperaturas hasta 505 K (232°C).

2. Por su composición:
   Tipo "A", fibra de vidrio, con aglutinante de resina orgánica.

3. Por sus características mecánicas, en:
   rígidos, semirrígidos y flexibles.

005.E.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Fibras minerales-Espesor y densidad-Determinación	NOM C-125
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Muestreo	NOM C-127
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Transmisión térmica en estado estacionario por medio del medidor de flujo de calor-Determinación	NOM C-181
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Transmisión térmica aparente de placa caliente-Determinación	NOM C-189
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Características de autoextinguibilidad (extinción horizontal)-Método de prueba	NOM C-214
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Terminología	NOM C-225
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Medición de propiedades de compresión-Método de prueba	NOM C-226
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Contracción lineal de materiales preformados a altas temperaturas sujetos a calor prolongado-Método de prueba	NOM C-227
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Estabilidad dimensional de la superficie en contacto con la cara caliente a alta temperatura-Método de prueba	NOM C-229
Industria de la construcción. Materiales termoaislantes-Fibras minerales	NOM C-230

005.E.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los aislantes que se utilizarán en los ductos y tuberías de los sistemas de aire y vapor, serán los que reúnan las características y requisitos indicados en el proyecto y lo establecido en las tablas 005-1 y 005-2.

Las tolerancias máximas permisibles en las dimensiones de longitud, ancho y espesor promedio de los aislantes, serán:

Longitud: ± 1% de la dimensión indicada por el fabricante.

Ancho: ± 1% de la dimensión indicada por el fabricante.

Espesor: + 6 mm o − 3 mm de la dimensión indicada por el fabricante.

Los aislantes no deberán presentar defectos visibles que afecten sus cualidades de servicio.

Tabla 005-1. Especificaciones para termoaislantes de fibras minerales

Termoaislante	Conductividad térmica w/mk (kcal/h m °C)							
Clase								
Tipo	**"A" Rollos flexibles**			**"A" Placas semirrígidas**				**"A" Placas rígidas**
Densidad nominal, en kg/m³	**10.9**	**12.0**	**16.0**	**24.0**	**16.0**	**24.0**	**32.0**	**64.0 y 96.0**
A temperatura media K (°C)								
269	0.043	0.042	0.040	0.037	0.040	0.037	0.039	0.036
(−4)	(0.0372)	(0.0360)	(0.0347)	(0.0322)	(0.0347)	(0.0322)	(0.0335)	(0.0310)
283	0.046	0.045	0.043	0.042	0.043	0.042	0.042	0.039
(10)	(0.0397)	(0.0384)	(0.0372)	(0.0360)	(0.0397)	(0.0360)	(0.0360)	(0.0335)
297	0.050	0.049	0.048	0.045	0.048	0.045	0.046	0.042
(24)	(0.043)	(0.0422)	(0.0409)	(0.0384)	(0.0409)	(0.0384)	(0.0397)	(0.0360)
311	0.055	0.053	0.050	0.048	0.050	0.048	0.049	0.045
(38)	(0.0471)	(0.0459)	(0.0434)	(0.0409)	(0.0434)	(0.0409)	(0.0422)	(0.0384)
366	0.078	0.076	0.073	0.063	0.073	0.063	0.066	0.058
(93)	(0.0667)	(0.0657)	(0.0632)	(0.0546)	(0.0632)	(0.0546)	(0.0570)	(0.0496)
Absorción de humedad durante 96 h a 322 K (49°C) y 95% de humedad relativa (porcentaje máximo, en peso)	No mayor del 5% en peso			No mayor del 5% en peso				No mayor del 5% en peso

Tabla 005-2. Especificaciones para termoaislantes de fibras minerales

Termoaislante	**Conductividad térmica w/mk (kcal/h m °C)**		
Clase	**I**	**II**	**III**
Tipo	**"A" Tubería preformada**	**"A" Tubería preformada**	**"A" Rollos flexibles**
Densidad nominal, en kg/m³	**80.0**	**80.0**	**48.0**
A temperatura media K (°C)			
269 (— 4)	0.035 (0.0298)		
283 (10)	0.036 (0.0310)		
297 (24)	0.037 (0.0322)	0.045 (0.0384)	
311 (38)	0.039 (0.0335)	0.048 (0.0409)	0.052 (0.0446)
366 (93)	0.046 (0.0397)	0.057 (0.0484)	0.061 (0.0521)
422 (149)		0.066 (0.0570)	0.071 (0.0608)
477 (204)		0.076 (0.0657)	0.081 (0.0694)
Absorción de humedad durante 96 h a 322 K (49°C) y 95% de humedad relativa (porcentaje máximo, en peso)	No mayor del 5% en peso	No mayor del 5% en peso	No mayor del 5% en peso

Los aislantes para su transporte, manejo y recepción de obra, deberán empacarse en recipientes adecuados que les proporcionen una óptima protección, los cuales serán debidamente marcados y etiquetados con los siguientes datos:

* Nombre y/o marca del fabricante.

* Nombre del producto.

* Clase y tipo de producto.

* Cantidad (dimensiones nominales de largo, ancho y espesor).

* Tipo de revestimiento.

* Accesorios (si existen en el recipiente del material).

Los criterios de muestreo y métodos de prueba para comprobar la calidad de los aislantes, se sujetarán a lo dispuesto en el proyecto, así como a lo establecido en las normas citadas en las referencias.

La recepción de los aislantes se hará una vez que se haya certificado al 100 por ciento el cumplimiento de las indicaciones del proyecto, a través de las pruebas y requisitos indicados en las referencias.

Los aislantes se someterán a las pruebas indicadas en las normas citadas en las referencias; en caso contrario se aplicará lo dispuesto en:

1. Método de prueba para la conductancia y transmitancia térmica de secciones ensambladas por medio de la caja conservadora de calor (ASTM C-236-66).

2. Método de prueba para la conductividad térmica de materiales por medio de la placa conservadora de calor (ASTM C-177-71, y ASHRAE).

3. Método de prueba para la conductividad térmica de aislamiento de tubería (ASTM C-335-69).

4. Guía de mediciones de temperatura (ASHRAE 41.1-74).

CLAUSULA 4. 02. 01. 006. A

TUBERIAS, CONEXIONES, TOMAS Y VALVULAS

006.A.01 TUBERIAS, CONEXIONES, TOMAS Y VALVULAS

006.A.01.a DESCRIPCION

Las tuberías que se usarán en las redes contra incendio serán de fierro galvanizado, con sus correspondientes accesorios, tomas siamesas y válvulas.

006.A.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería de acero para instalaciones hidráulicas	4.01.01.017.D
Piezas especiales y accesorios para tubería	4.01.01.017.L
Conexiones roscadas para tubos de acero negro o galvanizado	4.01.01.017.M
Válvulas para uso general	4.01.01.018.A
Válvulas de flotador	4.01.01.018.B
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Válvula de compuerta de fierro con guarniciones de bronce	NOM H-8
Método de prueba de combustibilidad de plásticos rígidos	NOM E-25

006.A.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Las tuberías de fierro galvanizado, serán cédula tipo A, norma NOM B-10, en los diámetros requeri

Para unir tuberías de fierro galvanizado, las co xiones serán roscadas de hierro maleable norn NOM B-44 para diámetros de 51 mm y menores; en el caso de los diámetros de 64 mm y mayores, se usarán conexiones bridadas de hierro fundido para agua potable norma ASMT A-181, para una presión de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm^2) según el Instituto Nacional de Normas Americanas (ANSI). El material de unión será: para las uniones roscadas se usará sellante; para las bridadas se emplearán tornillos de maquinaria, cabeza cuadrada de acero al carbono norma ASTM A-307 con tuerca hexagonal de acero al carbono norma ASTM A-194, y empaques de plomo de 1/16 pulg. (1.60 mm) de espesor para una presión de 1034.21 kPa (10.55 kg/cm^2), ANSI. En el caso de tuberías de PVC, se usará el producto recomendado para el caso.

Las tomas siamesas serán de latón, totalmente cromadas, con entradas de diámetro 100 × 64 × 64 mm como mínimo y cuerda NST; tendrán tapa y cadena, la leyenda "Bomberos" al frente y válvula de no retorno.

Las válvulas serán de seccionamiento y retención tipo compuerta, para una presión de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm^2); para diámetros de 51 mm y menores, serán de bronce con extremos roscados; de 64 mm y mayores, serán de hierro con guarniciones de bronce y extremos bridados.

CLAUSULA 4. 02. 01. 006. B

HIDRANTES Y ROCIADORES

006.B.01 HIDRANTES Y ROCIADORES

006.B.01.a DESCRIPCION

Hidrantes. Son un conjunto de elementos con alta capacidad de extinción, que se colocan en las redes contra incendio; por su tamaño se clasifican en: grandes, medianos y chicos, y por su localización pueden ser interiores o exteriores. Están formados por salida de descarga, la que a su vez está integrada por válvula de globo, manguera contra incencio y boquereles con chiflón.

Rociadores. Son aparatos para protección contra incendio que se colocan en la red de tuberías contra incendio, y están abastecidos de agua en volumen y presión suficiente; consisten de una conexión roscada que se adapta a la tubería, una placa de orificio y una placa o escudo que al recibir el impacto del agua la convierte en rocío y de un elemento fusible, que puede ser metálico o de tubo de cristal, que reacciona a una temperatura predeterminada, lo cual permite la descarga del agua; los rociadores se clasifican como sigue:

1. Por su colocación: en colgantes cuando descienden del tubo; verticales, cuando ascienden por el tubo; y de pared.

2. Por el sistema al que se conectan: los hay para sistema húmedo, sistema seco, sistema de preacción, sistema de diluvio y sistema combinado de tubo seco y de preacción.

3. Los rociadores se fabrican para diversas capacidades, dependiendo de la densidad requerida y con elementos fusibles para diversas temperaturas; además, existen rociadores abiertos para sistema seco.

006.B.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Códigos Nacionales de Incendio	NFPA Código Nº 13. Normas para la instalación de sistemas de rociadores

006.B.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

006.B.01.c.01 Hidrantes

Los hidrantes serán de tres tamaños y tendrán sus salidas de descarga como se indica a continuación:

1. Válvulas. Serán de globo angular, fabricadas en bronce fundido y acabado aparente y tendrán adaptador de bronce; su diámetro será de acuerdo con el tamaño del hidrante a saber de 51 mm tanto para hidrantes chicos como medianos y de 64 mm para hidrantes grandes. En ningún caso, las válvulas podrán ser menores de 51 mm de diámetro.

2. Mangueras contra incendio. Podrán ser de fibras continuas de 100 por ciento poliéster de alta resistencia, tejidas, con recubrimiento interior de hule sintético, para una presión de ruptura de 3.432 MPa (35 kg/cm²) y una presión de prueba de 2.059 MPa (21 kg/cm²); serán del diámetro que corresponda al tamaño del hidrante.

3. Boquereles. Serán de bronce pulido, con chiflón del tipo y diámetro adecuado al tipo de incendio por combatir; en todo caso, deberán cumplir con las características que se indican en la tabla 006-1.

Tabla 006-1. Hidrantes

Boquereles	Diámetro interior en el punto de descarga, en mm		
	Chicos	Medianos	Grandes
Para incendio clase "A" con:			
Chiflón de chorro	11 a 13	14 a 17	25 o 28
Chiflón tipo regadera ajustable	38	51	64
Para incendios clase "B" o "C":			
Con chiflón tipo neblina o atomizador	38	51	64
Manguera con longitud de 30 m	38	51	64

006.B.01.c.02 Rociadores

Serán del tipo que garantice una acción rápida y a la vez sean seguros en su funcionamiento y que cumplan con los códigos del boletín No. 13 de la NFPA, teniendo en cuenta lo siguiente:

Podrán ser de fusible o bulbo, considerando que el de bulbo opera hasta con temperaturas de 330.15 K (37°C) y se pueden ajustar para operar hasta temperaturas de 415.15 K (142°C), para su selección se deberá tomar en cuenta la temperatura mínima de operación que indique el proyecto.

006.B.01.d RECEPCION Y GARANTIA

Tanto los hidratantes y rociadores como sus componentes, deberán ser entregados debidamente empacados conforme a las mejores prácticas comerciales, que garanticen su resguardo para que no sufran daños durante su transporte y manejo; cualquier desperfecto que sufran en su apariencia y características de operación por empaques defectuosos o inadecuado, será responsabilidad del proveedor y por lo mismo, el costo será a su cargo.

El proveedor deberá garantizar los productos suministrados, contra cualquier falla de material y mano de obra, así como su funcionamiento; la garantía tendrá como mínimo un año de vigencia, a partir de la fecha de entrega.

CLAUSULA 4. 02. 01. 006. C

GABINETES DE EMERGENCIA

006.C.01 GABINETES DE EMERGENCIA

006.C.01.a DESCRIPCION

Se describen los elementos metálicos usados en los sistemas contra incendio, que se instalan en el Metro de la Ciudad de México y tienen las siguientes características.

Los gabinetes de emergencia podrán ser para empotrar o sobreponer y por su localización serán para interiores o exteriores; deberán ser adecuados para contener, según el caso lo siguiente:

1. Hidrante, extintor, ruptor de alarma y teléfono rojo.
2. Extintor, inyectores, ruptor de alarma, luces indicadoras y teléfono rojo.
3. Extintor.
4. Hidrante.
5. Manguera contra incendio, para extensión de las salidas de descarga de los hidrantes.

006.C.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Lámina de acero al carbono	4.01.01.005.D
Cerraduras para puertas	4.01.01.020.D
Perfiles de alumnio	4.01.01.020.B
Vidrio plano	4.01.01.021.A
Placas de material acrílico	4.01.01.021.B
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Recubrimientos de superficies con pintura	3.01.01.028.E
Limpieza y pintado de gabinetes	DDF 4.41

006.C.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los gabinetes de emergencia, se fabricará de lámina de acero al carbono rolada en frío, con marco de acero inoxidable y deberán tener lo siguiente:

1. Puerta de vidrio transparente de 3 mm de espesor, con marco de aluminio extruido y chapa, antepecho de acrílico transparente con marco de aluminio extruido y la leyenda "EMERGENCIA" en color blanco y fondo rojo.
2. Tendrán las preparaciones necesarias para la colocación y conexión de los elementos que de acuerdo con su tipo deberán contener así como su iluminación; cuando así lo requiera, tendrán una cuna para la colocación de la manguera contra incendio.
3. Se terminarán con pintura anticorrosiva y acabado en esmalte rojo, que se aplicarán después de haber recibido un proceso de limpieza que le quite todo tipo de suciedad, grasa, óxido y falsas adherencias.

La recepción de los gabinetes se hará una vez que se compruebe a satisfacción del Representante, que cumple con el 100 por ciento de los requisitos establecidos en el proyecto.

CLAUSULA 4. 02. 01. 006. D

EXTINTORES

006.D.01 EXTINTORES

006.D.01.a DESCRIPCION

Elementos metálicos de forma cilíndrica, que contienen un agente extinguidor a presión que provoca la extinción del fuego; los extintores que se usarán en el Metro de la Ciudad de México se pueden clasificar como sigue.

Los extintores se clasifican por su forma de manejo, por la clase de agente extinguidor que contienen y la clase de fuego que combaten:

1. Por su manejo, son portátiles o móviles.
2. Por el agente extinguidor que contienen, pueden ser de agua ligera, de polvo químico o de bióxido de carbono.
3. Por la clase de fuego a combatir, se tienen para fuego clase A, fuegos clases A, B y C y para fuegos clases B y C.

006.D.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Válvulas de seguridad	4.01.01.018.C
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Lámina de acero al carbono	4.01.01.005.D
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Conexiones forjadas de cobre	NOM W-101
Calidad y funcionamiento para recipientes sin costura para gases a alta presión	NOM S-11
Recipiente para extintores a base de bióxido de carbono	NOM S-12
Extintor contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida	NOM S-5
Extintores contra incendio, método de prueba de construcción y funcionamiento	NOM S-7
Calidad y funcionamiento de extintores a base de espuma química	NOM S-8
Construcción de recipientes contra incendio portátiles y móviles sin locomoción propia, excluyendo extintores de CO_2	NOM S-7 (1966)

006.D.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los recipientes para extinguidor serán de forma cilíndrica, sin costura, de acuerdo con lo siguiente: Para polvo químico o bióxido de carbono, serán de lámina de acero al carbono rolada en frío calibre 14; para agua ligera, serán de lámina de acero inoxidable, calibre 16; además, deberán cumplir con los requisitos de construcción, funcionamiento y calidad, así como someterse a las pruebas que se indiquen en las normas que se citan en las referencias y deberán tener lo siguiente:

1. Válvula de aluminio de una sola pieza; manguera de descarga de una longitud mínima de 45 cm y con chiflón de descarga de bronce, adecuado al tipo de agente extinguidor que contenga; manómetro indicador de presión probado a una presión de 3.430 MPa (35 kg/cm²); un tiempo de descarga mínimo de 30 a 60 segundos y un agente presurizador que será nitrógeno, con un intervalo de operación para los de polvo químico de 9 m y para los de agua ligera de 12 metros.
2. Los extintores serán terminados con pintura anticorrosiva y acabados en esmalte color rojo o el color representativo del agente extinguidor que contengan; tendrán una placa metálica adosada en forma permanente y grabada con los siguientes datos: marca registrada, presión nominal en MPa (kg/cm²), presión de prueba hidrostática en MPa (kg/cm²), nombre genérico del agente extinguidor, y modelo según tabla de la norma NOM S-5.
3. Llevará otra placa a continuación de la primera, con los siguientes datos grabados: marca del fabricante, clase de fuego al que está destinado, conforme a la figura 1 de la norma NOM S-5; instrucciones de mantenimiento, número de autorización de la Dirección General de Normas, contenido neto del agente extinguidor en kilogramos y la leyenda "HECHO EN MEXICO".
4. Todo extintor deberá entregarse junto con su soporte y deberá transportarse debidamente empacado, para proporcionarle seguridad al recipiente y sus accesorios.

CLAUSULA 4. 02. 01. 007. A

TUBERIAS, CONEXIONES, VALVULAS, MUEBLES SANITARIOS Y ACCESORIOS

007.A.01 TUBERIAS, CONEXIONES, VALVULAS, MUEBLES SANITARIOS Y ACCESORIOS

007.A.01.a DESCRIPCION

Se describen todos aquellos elementos que se usan en la construcción e instalación de redes hidráulicas y sanitarias que se requieren en el Metro de la Ciudad de México, entre los cuales están:

a) Tuberías de distintos diámetros y materiales.

b) Conexiones de diversos tipos de acuerdo con la tubería y elementos a unir o conectar.

c) Válvulas, que van de acuerdo con los diámetros y tipos de tubería y se usan en las redes para diferentes fines como son control y regulación de los flujos que se deben suministrar.

d) Muebles. Son los elementos propios para los servicios de limpieza y sanitarios, tales como lavabos, vertederos, mingitorios, inodoros, regaderas, coladeras, calentadores y accesorios como botiquín, jabonera, toallera, papelera, gancho, etc., que se fabrican en cerámica o metal según corresponda.

e) Tinacos. Son depósitos para la distribución y almacenamiento de agua potable.

007.A.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tuberías y conexiones	4.01.01.017.A, D, F, G, H, I, J, K, L y M
Válvulas	4.01.01.018.A, B y C
Muebles de baño	DDF 5.70
Tinacos de asbesto-cemento	DDF 5.71

007.A.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales y productos usados en las redes hidráulicas y sanitarias que se instalen en el Metro de la Ciudad de México, se eligirán de acuerdo a las características y lineamientos indicados en el proyecto, de acuerdo con lo siguiente.

Deberán cumplir los requisitos de calidad y someterse a las pruebas que se señalan en las especificaciones y normas que se citan en las referencias conforme a lo siguiente:

— La tubería a emplear será de fierro galvanizado cédula 40 tipo A, norma NOM B-10.

— Las conexiones para tubería de fierro galvanizado serán roscadas para diámetros de 64 mm y menores, de fierro maleable galvanizadas norma NOM B-44, y para diámetros de 76 mm y mayores, serán bridadas de fierro fundido ASTM A-181, para una presión de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm^2) ANSI.

— Los elementos de unión serán tornillos máquina de cabeza cuadrada de acero al carbono ASTM A-307 con una tuerca hexagonal de acero al carbono ASTM A-194 y empaques de plomo de 1/16 pulg. (1.59 mm) de espesor, para una presión de 1034.21 kPa (10.55 kg/cm^2) ANSI.

— Las válvulas serán roscadas para diámetros de 64 mm y menores; para diámetros de 76 mm y mayores serán bridadas, de acuerdo con lo siguiente: las de seccionamiento serán tipo compuerta para una presión mínima de 1378.81 kPa (14.06 kg/cm^2); las válvulas de retención serán de igual presión que las de seccionamiento y que las válvulas eliminadoras de aire; deberán cumplir lo especificado en el capítulo 4.01.01.018 de estas especificaciones.

Su aceptación se sujetará al cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto, a satisfacción del Representante.

CLAUSULA 4. 02. 01. 007. B

CHAROLAS PLUVIALES

007.B.01 CHAROLAS PLUVIALES

007.B.01.a DESCRIPCION

Las charolas pluviales son los elementos de lámina de acero galvanizado y de dimensiones variadas empleadas para captar las aguas pluviales que se introducen a las instalaciones del Metro a través de las rejillas de ventilación.

Las charolas pluviales, objeto de esta Especificación, serán de clase única. Estas serán de lamina galvanizada con refuerzo de ángulo estructural y desagüe a base de tubería de fierro galvanizado.

007.B.01.b REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural	4.01.01.005.C
Lámina de acero al carbono galvanizada	4.01.01.005.E
Tuberías y piezas especiales de fierro negro y galvanizado	DDF 4.25

007.B.01.c REQUISITOS DE CALIDAD

El material con que se fabriquen las charolas pluviales cumplirá con lo indicado en el proyecto y lo señalado en las referencias que se citan.

Las dimensiones serán las indicadas por el proyecto.

CAPITULO 5. 02. 01. 001

EQUIPO PARA VENTILACION

001.A DESCRIPCION

Los ventiladores son equipos que producen un flujo de aire con distintas presiones; su impulsor proporciona energía cinética al aire y una presión estática. Constituyen una parte esencial de todo sistema de ventilación, de aire acondicionado y de extracción; por sus características de funcionamiento se clasifican en:

1. Centrífugos:
   - — De aspas aerodinámicas
   - — De aspas inclinadas hacia atrás
   - — De aspas radiales
   - — De aspas inclinadas hacia adelante
2. Axiales:
   - — De hélice
   - — De tubo axial
   - — De aspa - guía
3. Diseños especiales:
   - — Tubulares: centrífugos
   - — De potencia para techo: centrífugos axiales

Por el tipo de transmisión, pueden ser accionados directamente por un motor o a través de un sistema de bandas y poleas; en el primer caso el motor está integrado al equipo.

Por el tipo de descarga, pueden ser de descarga ajustable a posiciones con intervalos de 45° o de descarga fija.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Malla de alambre para cercados	4.01.01.005.H
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Motores tipo jaula de ardilla	5.02.04.010 y 011
Radiografías de soldadura	DDF 4.15-E
Varillas y electrodos para soldadura	DDF 5.18
Calidad y funcionamiento para ventiladores industriales	NOM O-96
Código de pruebas para aparatos que mueven aire	AMCA 210-67
Código de pruebas para evaluar el ruido en aparatos que mueven aire	AMCA 300-67
Límites de operación para ventiladores centrífugos	AMCA 2408-66
Designación de la dirección de descarga y rotación en ventiladores	AMCA AS2406
Dispositivos de propulsión para ventiladores	AMCA AS2404
Posición del motor en ventiladores (directo o banda de transmisión)	AMCA AS2407
Pruebas de laboratorio para evaluar ventiladores	ASHRAE 51-75
Código de prueba para ventiladores	ASME PT-C11-1946

001.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los ventiladores que se usarán en los sistemas de ventilación de aire acondicionado y de extracción del Metro de la Ciudad de México, se eligirán de acuerdo con los tipos, requisitos y características de funcionamiento y dimensiones indicadas en el proyecto, o en su defecto conforme a lo señalado en 2.20.11.5.3 y 2.20.11.5.4, del capítulo 2.20.11 del Libro 2 Parte Segunda, de las Normas Generales de Construcción del DDF.

Los equipos seleccionados deberán ser capaces de proporcionar el desplazamiento del volumen, ya sea de inyección o extracción, a la presión estática y con

la potencia de motor indicados en el proyecto, bajo las condiciones de trabajo que en él se indiquen, y que en general son:

1. Los ventiladores y su equipo de protección operarán bajo las condiciones siguientes:

   — Temperatura ambiente máxima: 313.15 K (40°C).

   — Temperatura ambiente mínima: 269.15 K (−4°C).

   — Temperatura ambiente promedio: 291.15 K (18°C).

   — Altitud: 2240 ms.n.m.

   — Presión barométrica: 77.04 kPa (585 mm Hg).

   — Humedad relativa: 30 por ciento.

   — Aire con polvo en suspensión del medio ambiente.

2. Tanto los ventiladores como los motores deberán ser capaces de proporcionar un servicio continuo y cumplir con los siguientes requisitos:

   a) Los ventiladores podrán ser axiales o centrífugos, teniendo en cuenta lo siguiente:

      — Serán silenciosos, accionados por motor eléctrico directamente acoplado o con transmisión por medio de bandas y poleas; los que estén directamente acoplados al motor deberán tener una base integrada a la estructura del equipo y en el caso de transmisión de bandas y poleas, deberán tener además dispositivos para regular la tensión de las bandas.

      — Los centros de rotor y los rotores podrán ser fabricados de acero al carbono, acero inoxidable, acero rolado en frío o aluminio de alta resistencia, con un punto de cedencia de 344.71 MPa (35.15 kg/cm^2); las aspas de los rotores podrán ser curvadas hacia adelante, hacia atrás o radiales; las aspas curvadas hacia atrás deberán tener un perfil aerodinámico y estarán soldadas a la placa principal y al anillo de entrada. El rotor deberá ser balanceado estática y dinámicamente y la velocidad de operación no deberá exceder al 80 por ciento de la primera velocidad crítica.

      — Las flechas serán fabricadas de acero (SAE-1035 o SAE-1045), torneadas y rectificadas y capaces de resistir las solicitaciones mecánicas a que serán sometidas en su operación.

      — El silenciador será de acero al carbono, bridado en ambos lados con aislamiento a base de fibra de vidrio o lona mineral, para obtener un nivel de ruido de 83 dB a cuatro metros de distancia; tendrá compuerta con actuador tipo reversible a dos posiciones y con un tiempo de giro de 2 a 4 minutos y juntas flexibles bridadas de lona ahulada y empaques de neopreno.

      — Las chumaceras deberán ser con rodamientos de bolas o rodillos tipo sellado, con engrasado de por vida y con 10 000 horas de vida útil como mínimo.

      — Las aspas y carcasa (caracol) se fabricarán de lámina rolada en frío designación clase 1, del espesor o calibre que indique el proyecto; serán soldadas y reforzadas con perfiles estructurales cuando así se requiera. Toda la soldadura será de acuerdo con las normas de la AWS.

      — La base del ventilador con la envolvente (caracol) y los pedestales, deberán formar un solo conjunto desarmable.

      — El ventilador deberá suministrarse con los elementos necesarios para la colocación de los accesorios y el tablero eléctrico.

      — La toma y descarga deberán ser horizontales, de acuerdo con el tipo de ventilador que se esté usando.

      — Deberán ser diseñados para operar a la velocidad máxima que de acuerdo con su tipo indique el proyecto.

      — Una vez terminados en su proceso de fabricación deberán estar libres de filos, rebabas y malas ensambladuras. Se les dará un tratamiento de limpieza bonderizado, fosfatado o similar y se les aplicará un "primer" y por lo menos dos manos de pintura anticorrosiva, con acabado en esmalte color perla.

   b) Los motores serán trifásicos del tipo de inducción jaula de ardilla, para servicio continuo a 220/440 V y 60 Hz, 6 polos, totalmente cerrados con ventilación exterior, chumaceras con rodamientos de bolas o rodillos tipo sellado, engrasados de por vida y caja de conexiones a prueba de polvo.

      Se suministrarán con los embobinados y terminales para conectarse y arrancarse con arrancador tipo devanado bipartido.

   c) Accesorios. Cada ventilador deberá equiparse con los accesorios siguientes:

      — Una combinación de interruptor termomagnético y arrancador magnético tipo devanado bipartido, 220/440 V, 60 Hz, con el tamaño, la tensión y para la potencia del motor que se suministre; se alojarán en un gabinete para usos generales NEMA 1. Se tendrán seis elementos térmicos de aleación fusible, de la capacidad adecuada a la corriente de plena carga del motor.

      — Base antivibratoria para el conjunto motor y ventilador; malla protectora en las bocas de succión, bridas de descarga con junta flexible de lona y aditamientos para controlar la tensión de las bandas.

      Los ventiladores, motores, arrancadores y componentes que se suministren, deberán ser intercambiables entre sí para potencias

iguales, sin que se requieran modificaciones previas, salvo trabajos de nivelación y alineamiento.

Se suministrarán todos los accesorios necesarios para el montaje, debiendo entregarse el equipo totalmente desarmado, el cual se armará en el lugar de su posición definitiva. Deberán incluirse los planos e indicaciones necesarias.

El equipo incluirá cubrebandas, cubreflechas y protección en las partes vivas de los motores, tanto para seguridad de los operarios como del equipo mismo.

3. El ventilador será suministrado completamente ensamblado, con rotor, envolvente, base, chumaceras, flecha, motor eléctrico, base de motor, poleas y bandas; se deberán suministrar también bases antivibratorias para aislar las vibraciones de la estructura de soporte, las cuales podrán ser tacones de neopreno o resortes. Las compuertas de succión y descarga, así como registros y otros accesorios, serán suministrados de acuerdo con las indicaciones del proyecto.

4. Los equipos se entregarán con garantía sobre cualquier falla de diseño, material, mano de obra o características de operación con una duración mínima de un año, a partir de la fecha de entrega.

5. Los equipos se entregarán debidamente empacados y con el embalaje que les proporcione la protección contra todo tipo de daños que pueda sufrir durante su transportación, manejo e instalación; tanto los empaques como el equipo mismo, deberán cumplir con lo siguiente:

   a) Empaques. Se marcarán con los siguientes datos:

      — Nombre o marca del fabricante

      — Contenido (nombre y producto)

      — Cantidad

      — Indicaciones de manejo

      — La leyenda "HECHO EN MEXICO"

   b) Equipos. Se etiquetarán con una placa metálica que contendrá los siguientes datos:

      — Marca y/o razón social del fabricante

      — Capacidad, en m^3/área

      — Presión estática, en kg/m^2

      — Presión de descarga, en kg/m^2

      — Eficencia, en porcentaje

      — Potencia en la flecha, en kW

      — Número de serie

      — La leyenda "HECHO EN MEXICO"

001.C.01 PRUEBAS Y CRITERIOS DE ACEPTACION

Las pruebas, criterios de muestreo y métodos de aplicación para los materiales utilizados en la fabricación de los equipos para ventilación, se establecen en las especificaciones que se citan en las referencias. Todas las unidades se deberán someter a una inspección del cien por ciento de lo establecido en esta Especificación, así como a las pruebas señaladas en las referencias.

CAPITULO 5. 02. 01. 002

EQUIPO PARA AIRE ACONDICIONADO

002.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de aparatos y dispositivos que se instalan para acondicionar el aire a la temperatura y humedad relativa que requieran las condiciones ambientales de los locales a los que se suministra.

El conjunto diseñado para el Metro de la Ciudad de México proporcionará un aire acondicionado tipo invierno - verano y por lo general, estará integrado por los aparatos y elementos siguientes:

1. Equipos:
   - — Ventiladores centrífugos y/o axiales
   - — Manejadores de aire tipo unizona
   - — Unidades de condensación con condensador enfriado por aire
   - — Unidades tipo paquete
   - — Humidificadores de aire
   - — Motores
2. Dispositivos:
   - — Termostatos de cuarto de dos pasos y de límite
   - — Humidostatos de cuarto
   - — Estaciones de control, actuadores de válvulas, actuadores de compuerta y supervisores de voltaje
   - — Rejillas, registro y difusores para inyección, extracción o retorno de aire, de una o varias vías, con o sin control de volumen
   - — Ductos
   - — Válvulas solenoide, válvulas de expansión, válvulas de paso y válvulas de carga y purga
   - — Filtros lavables y de bolsa, filtros deshidratadores
   - — Refrigerante
   - — Material diverso, como eléctrico, aislamiento térmico, tuberías, soportería y fijación

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería de cobre y conexiones	4.01.01.017.I
Equipo para ventilación	5.02.01.001
Termostatos de ambiente de acción proporcional con rango de 285 a 301 K (12 a 28°C) para sistemas de aire acondicionado	NOM CH-13
Válvulas con actuador independiente para gobernar el paso del agua o vapor en sistemas de aire acondicionado	NOM H-63
Métodos de prueba para probadores de contacto eléctrico accidental para aparatos electrodomésticos	NOM J-86
Métodos de prueba para la prueba de los aislamientos de los aparatos electrodomésticos por medio de la aplicación de una alta tensión	NOM J-117
Métodos de prueba para la determinación de la corriente de fuga en aparatos electrodomésticos	NOM J-137
Métodos de prueba para la determinación de la resistencia dieléctrica o de aislamiento en aparatos electrodomésticos	NOM J-139
Calidad y funcionamiento de aparatos electrodomésticos	NOM J-152
Acondicionadores de aire para cuarto	NOM O-121
Método de prueba para evaluar las capacidades de enfriamiento y cantidad de flujo de aire en los acondicionadores para cuarto	ASHRAE 16-69
Acondicionadores de aire para cuarto	ANSI C33.14-1972 UL 484
Prueba y construcción de acondicionadores de aire para cuarto	CSA C22.2-117
Método de prueba para evaluar la capacidad de calefacción de los acondicionadores de aire para cuarto	ASHRAE 58-74

CONCEPTO	REFERENCIA
Procedimiento de selección de equipo y diseño de sistemas	NESCA Manual K
Manual de compresores de aire y gas	CAGI 4th.Ed.1973
Método de prueba para evaluar el desplazamiento positivo de refigerantes en compresores	ASHRAE 23-67
Acondicionadores de aire, unidad tipo paquete	ARI 310-70
Estación central de unidades manejadoras de aire	ABMA
Circulación mecánica remota del refrigerante en condensadores enfriados por aire	ARI 460-70
Método de prueba para evaluar el desplazamiento positivo en unidades de condensadores	ASHRAE 14-67
Método de prueba para evaluar la convección forzada y natural en enfriadares de aire para refrigeración	ASHRAE 25-68
Sistema central de humidificadores	ARI 610-74
Selección, instalación y servicio de humificadores	ARI 630-74
Deshumidificadores	CSA C22.2 No. 92-1971
Motores y generadores	NEMA MG-1-1972 ANSI C52.1-1973

001.C REQUISITOS DE CALIDAD

El equipo para aire acondicionado se seleccionará de acuerdo con los tipos, modelos, características y requisitos indicados en el proyecto, o en su defecto lo señalado en 2.20.11.5.2, 2.20.11.5.3 y 2.20.11.5.4 del capítulo 2.20.11 del Libro 2 Parte Segunda de las Normas Generales de Construcción del DDF, tomando en cuenta lo siguiente:

1. El equipo trabajará en las siguientes condiciones:
   - — Temperatura ambiente: 305.15 K (32°C)
   - — Altura: 2240 ms.n.m.
   - — Aire con polvo en suspensión del medio ambiente
2. Deberá proporcionar en las áreas de suministro los siguientes requerimientos:
   - — En general, temperatura interior de 294.15 K (35°C), con una humedad relativa del 50 por ciento.
   - — En área de computadoras, temperatura interior 294.15 K (12°C), con una humedad relativa del 50 por ciento
   - — Los ventiladores y motores serán adecuados para el servicio continuo.

El equipo seleccionado deberá reunir las siguientes características:

1. Ventiladores centrífugos silenciosos, del tamaño, diseño, tipo, clase, entrada y capacidad, caída de presión estática, velocidad y motor que indique el proyecto; con transmisión de poleas y bandas, base antivibratoria y cubrebandas. Veáse además el capítulo 5.02.02.001, de estas especificaciones.
2. Unidades manejadoras de aire tipo unizona, con serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio de expansión directa de seis hileras y ocho aletas por cada 25 cm, con transmisión de poleas y bandas, base antivibratoria, cubrebandas y sección de filtros de bolsa.

Los acondicionadores deberán reunir como mínimo los siguientes requisitos:

1. Funcionamiento. Deberán ser capaces de remover, añadir, introducir, extraer y recircular en un espacio cerrado, la cantidad de calor y el volumen de aire que se indique en la placa de datos técnicos (que deben tener todos los equipos); la tolerancia aceptable será de ± 8 por ciento en todos los casos.
2. Tensión de alimentación. Deberán de operar con tensión monofásica o trifásica de 127 a 220 V, con una tolerancia de ± 10 por ciento y a una frecuencia de 60 Hz; la corriente de fuga no deberá exceder de 1.5 mA al aplicar el método de prueba descrito en la norma NOM J-137.
3. Rigidez dieléctrica. Tanto el acondicionador como los componentes del circuito eléctrico deben ser capaces de soportar el ensayo eléctrico indicado en la norma NOM J-117; los valores de la tensión de prueba corresponderán a los indicados en la tabla 35 de la norma NOM J-75 y el valor que para partes aisladas de motores con potencia menor de 373 W, es de 500 ± 2 veces la plena tensión, con un mínimo de 900 volts.
4. Resistencia al aislamiento. El valor óhmico de la resistencia dieléctrica será de dos megahoms como mínimo
5. El motor de los acondicionadores debera tener una temperatura conforme a la tabla VIII de la norma NOM J-152; para el motocompresor la temperatura de la cubierta no deberá exceder de 423.15 K (150°C).
6. El motor y todas las partes eléctricas vivas deberán estar protegidas contra contactos accidentales; los acondicionadores deben operar con el factor de potencia que se describe en la tabla 002-1.

Los termostatos deberán reunir las siguientes características:

1. Tener uno o dos potenciómetros con resistencia nominal de 135 a 148 ohms, con una tolerancia de

Tabla 002-1. Factores de potencia

Capacidad del acondicionador, en kcal/h	Factor de potencia mínimo, en %
Hasta 1009	85
De 1000 a 1512	85
Más de 1512	85

± 6 ohms y ser sensibles a los cambios de temperatura dentro de un intervalo de 285.15 a 301.15 K (12 a 28°C).

2. Deberán operar con una tensión de 24 V de corriente alterna y con una potencia de 2 W; el dispositivo de calibración deberá estar sellado para evitar su manipulación y desajuste.

Las válvulas serán de 13, 15, 20, 25, 32, 38 y 50 mm de diámetro nominal interior, debiendo tener las siguientes características:

1. Con actuador eléctrico o electrónico, la tensión de alimentación será de 25, 127 y 220 V de corriente alterna, con una frecuencia de 60 Hz, y una tolerancia de ± 10 por ciento en la tensión.

2. Con actuador neumático se deberá alimentar con aire seco, limpio y regulado a la presión de 127.5 kPa (1.3 kg/cm²).

3. La presión de trabajo deberá ser la misma del sistema en el cual quedan interconectadas y no deberá ser mayor de 980.7 kPa (10 kg/cm²); la temperatura máxima de trabajo será de 393.15 K (120°C).

4. El cuerpo de las válvulas deberá soportar una presión hidrostática igual al 200 por ciento de la presión de trabajo a la temperatura máxima de trabajo durante 20 segundos, después de los cuales no se deberán presentar fugas a través de las paredes.

5. La máxima fuga permisible en litros por minuto cuando se aplique al sistema la presión de 294.2 kPa (3 kg/cm²), será la que se indica en la tabla 002-2; la presión diferencial (Pd) máxima de cierre de válvulas, será la que se indica en la tabla 002-3.

Tabla 002-2. Fugas permisibles en válvulas

Diámetro nominal interno, en mm	Fugas, en *l*/min
13 y 15	0.1
19 y 20	0.1
25	0.2
32	0.3
38 y 40	0.3
50	0.6

Tabla 002-3. Presión diferencial máxima, Pd

Diámetro nominal interno, en mm	Pd, en MPa (kg/mm²)	
	Dos vías	Tres vías
13 y 15	98 (10)	98 (10)
19 y 20	98 (10)	98 (10)
25	78.5 (8)	98 (10)
32	39.2 (4)	49 (5)
30 y 40	24.5 (2.5)	29.4 (3)
50	9.8 (1)	19.6 (2)

6. El índice de capacidad será de acuerdo con el diámetro de entrada de las válvulas, dependiendo de su diseño; todos los componentes de las válvulas deberán ser factibles de reposición.

Se utilizará el tipo de refrigerante que indique el proyecto; por lo que se refiere a otros dispositivos y materiales, véase el capítulo 4.02.01.005, cláusulas A, B. C. D y F.

Para su aceptación, los componentes del equipo de aire acondicionado deberán cumplir con el 100 por ciento de los requisitos de calidad y funcionamiento indicados en el proyecto.

Deberán entregarse con el empaque y el embalaje que le proporcionen una correcta protección contra cualquier daño que durante su transportación, manejo, almacenamiento e instalación pudieran sufrir, cumpliendo con lo siguiente:

1. Los empaques, aparatos y dispositivos, deberán etiquetarse y/o marcarse como se indica a continuación:

   a) Los empaques se marcarán con:

      — Nombre o marca del fabricante

      — Nombre del producto

      — Modelo

      — Cantidad

      — Indicaciones para su colocación y manejo (indicando el lado que va hacia arriba)

      — La palabra "FRAGIL"

      — La leyenda "HECHO EN MEXICO"

   b) Los aparatos y dispositivos llevarán una placa grabada con los datos técnicos correspondientes, tales como:

      — Nombre o marca del fabricante

      — Nombre, tipo y modelo

      — Tensión de alimentación en volts y frecuencia en hertz

      — Tipo de corriente

— Capacidad de enfriamiento y/o calefacción en kcal/h

— Consumo de energía, en watts

— Tensión de alimentación, en volts o presión en kg/cm² en el actuador de las válvulas

— Entrada y salida en puertas de válvulas

— Fecha de fabricación (mes y año) en números arábigos

— La leyenda ' HECHO EN MEXICO"

Las normas que se citan, indican las pruebas que se aplicarán a los equipos de aire acondicionado y los métodos para su aplicación.

La aceptación de los equipos y dispositivos para aire acondicionado se hará una vez que se haya certificado el cumplimiento del 100 por ciento de los requisitos establecidos e indicados en el proyecto.

Los compresores, ventiladores, motores y demás componentes del sistema de aire acondicionado que se suministren, deberán ser intercambiables entre sí, sin que se requieran modificaciones mayores de nivelación y ajuste.

002.C.01 GARANTIA

Los equipos para aire acondicionado tendrán una garantía sobre cualquier falla de diseño, calidad de materiales, mano de obra y características de operación; la garantía tendrá una duración mínima de un año a partir de la fecha de aceptación.

CAPITULO 5. 02. 01. 003

EQUIPO PARA AIRE COMPRIMIDO

003.A DESCRIPCION

Se describe el conjunto de aparatos y dispositivos diseñados para producir el aire comprimido que se utilizará para la operación de herramientas neumáticas y el sopleteado, limpieza y lavado de carros en los talleres del Metro de la Ciudad de México.

El conjunto está integrado en general por los aparatos y dispositivos siguientes:

1. Compresor tipo reciprocante con cilindros lubricados
2. Postenfriador tipo horizontal, enfriado por agua con separador de humedad y trampa automática de condensados
3. Recipiente de aire
4. Secador de aire comprimido
5. Tablero alternador - simultaneador
6. Motobomba centrífuga horizontal
7. Torre de enfriamiento
8. Ventiladores
9. Sistema de control
10. Filtros de aire
11. Accesorios e instrumentos para proporcionar seguridad y operación eficiente

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tubería de cobre y conexiones	4.01.01.017.I
Válvulas	4.01.01.018
Centro de control de motores	5.02.04.007
Motores tipo jaula de ardilla	5.02.04.010 y 011
Equipo de bombeo	5.02.04.020
Requisitos generales para planchas de acero para recipientes que trabajan a presión	NOM B-246
Clasificación de compresores	NOM H-66
Compresores herméticos fraccionarios para refrigeración	NOM J-270
Métodos de prueba para compresores lubricados	NOM O-93

003.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los aparatos y dispositivos que integran el equipo para aire comprimido, se eligirán de acuerdo con los requerimientos indicados en el proyecto.

1. Deberán cumplir con las solicitaciones de trabajo indicadas en el proyecto, siendo en general las siguientes:

   a) Compresor de aire

   — Será del tipo reciprocante con cilindros lubricados, para una entrega de 10 m^3/min (353 PCM), trabajando a una presión de 862.985 kPa (8.8 kg/cm^2), a una altitud de 2240 ms.n.m. y a una velocidad de 450 rpm.

   — Deberá ser enfriado por agua y tendrá interruptores de paro automático para los casos siguientes:

   Baja presión de aceite

   Alta temperatura del aire de salida

   Alta temperatura en el agua de enfriamiento

   Baja presión en el agua de enfriamiento

   — Estará equipado con tuberías, válvulas y cableado para hacer del compresor una máquina de operación totalmente automática; así mismo, se deberá suministrar el equipo eléctrico para operarlo manualmente.

   — Deberá permitir dos regímenes de marcha y de regulación en las siguientes formas:

   En marcha continua del motor, el compresor se detendrá al llegar a la presión máxima establecida en el proyecto y se activará cuando la presión baje hasta el nivel mínimo establecido.

   Marcha y paro del motor a la demanda de cualquiera de los interruptores de control mencionados anteriormente.

   — El conjunto motocompresor deberá ser compacto y provisto de elementos antivibratorios; las válvulas de succión y descarga serán de fácil acceso para su inspección y mantenimiento.

— El motor será del tipo inducción jaula de ardilla, para arranque estrella-delta, totalmente cerrado, con flecha estándar y armazón NEMA B de velocidad constante; la transmisión será por medio de poleas y bandas tipo "V".

b) Postenfriador

Será de tipo horizontal con enfriamiento por agua, con separador de humedad y trampa automática de condensados; estará diseñado para un presión mínima de 1034.602 kPa (10.55 kg/cm²) por el lado del aire y de 689.407 kPa (7.03 kg/cm²) por el lado del agua.

Deberá enfriar el agua dentro de un intervalo de temperatura de 283.15 K (10°C) y estará formado por un haz de tubos de cobre tipo 'L", por cuyo interior pasará el aire comprimido y el agua de enfriamiento circulará a contracorriente del aire por el exterior del haz tubular.

c) Recipiente para aire comprimido

Será interiormente visitable y tendrá manómetro, válvulas de seguridad y purga y todas las conexiones para colocar los accesorios. Contará con una base permanente metálica que se anclará a una base de concreto, con una presión máxima de operación de 862.985 kPa (8.8 kg/cm²).

d) Secador de aire comprimido

— Será de la capacidad indicada en el proyecto, para una presión máxima de operación de 862.985 kPa (8.8 kg/cm²) del tipo frigorífico enfriado por aire.

— Formará una unidad compacta compuesta de:

Compresores de refrigerantes

Regulador de capacidad

Condensador

Evaporador

Ventiladores

Tablero que contendrá manómetro para la presión del aire, termostato para la temperatura de entrada del aire, termostato en el intercambiador y luz piloto que indique el equipo en operación.

— Su operación será completamente automática; trabajando el tiempo que determine la carga; este equipo deberá quedar perfectamente nivelado.

e) Tablero alternador-simultaneador

Será del tipo y características que indique el proyecto, para operar en un sistema monofásico de 127 V, 60 Hz, de corriente alterna, para montaje en muro.

Su función será la de mantener como base un compresor y cuando la demanda lo requiera, automáticamente operar otro compresor, así como alternar al compresor base.

f) Motobomba centrífuga

Será del tipo horizontal, para mover el agua de enfriamiento trabajando con una columna dinámica total de 210.84 kPa (21.5 mca) y un gasto de 62.5 *l*/min (16.5 gpm).

E motor será de inducción tipo jaula de ardilla, de 3/4 HP, 3 fases, 220 V y 60 Hz, de corriente alterna y se acoplará a la bomba directamente con la flecha.

Los soportes de la unidad serán los mismos del motor; los tornillos serán de tipo ASTM A-307, las tuercas de tipo ASTM A-194 y los accesorios serán de acero galvanizado o de cualquier otro material que resista la corrosión.

g) Torre de enfriamiento

Será del tipo indicado en el proyecto y tendrá como mínimo una capacidad de enfriamiento de 120 *l*/min (33 gpm), a las temperaturas de entrada y salida siguientes:

— Entrada, 316.48 K (43.33°C)

— Salida, 294.26 K (21.11°C)

Tendrá un ventilador tipo axial de 0.91 m de diámetro con transmisión por medio de bandas y poleas en "V"; el motor será de 2 HP, 3 fases, 220 V y 60 hertz.

Se suministrarán lotes de tuberías de fierro galvanizado, cédula 40, de fierro negro cédula 40 sin costura y de cédula 80, para circuitos de agua de enfriamiento, aire comprimido y vapor condensado, así como piezas especiales, filtros "Y", bridas, empaques, tornillos, válvulas, etc. Véase además lo indicado en el capítulo 4.02.01.005.C "Ductos para sistemas de aire".

Se deberá tomar en cuenta que el equipo trabajará en general bajo las siguientes condiciones:

1. Temperatura ambiente máxima, 305.15 K (32°C).
2. Altitud, 2240 ms.n.m.
3. Compresores y motores para trabajo continuo
4. Aire del medio ambiente con polvo en suspensión
5. Se tendrá una alimentación eléctrica para los motores del equipo y del tablero de control, trifásico, de 220 V, 60 Hz, de corriente alterna.

En todo caso sobre las recomendaciones anteriormente descritas, tendrán vigencia las indicadas en el proyecto.

La certificación de la calidad de los equipos que integran las unidades de aire comprimido, se sujetará a lo indicado en el proyecto y a las especificaciones y normas que se citan en las referencias.

La recepción y aceptación de los equipos se hará ante el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto, a satisfacción del Representante.

003.C.01 GARANTIA

Todos los componentes del equipo de aire comprimido, tendrán una garantía contra cualquier defecto de diseño, materiales, mano de obra o características de operación; la vigencia de la garantía será de un año a partir de la fecha de entrega.

CAPITULO 5. 02. 02. 001

EQUIPO DE BOMBEO PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO

001.A DESCRIPCION

Estos sistemas de protección contra incendio están formados por equipos electromecánicos a base de una bomba y un elemento propulsor, que generalmente es un motor eléctrico.

Los equipos de bombeo que se usarán en las redes contra incendio del Metro de la Ciudad de México son de dos tipos, los accionados por un motor eléctrico y los accionados por un motor de combustión interna.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Equipo de bombeo	5.02.04.020
Motores tipo jaula de ardilla horizontales	5.02.04.010
Sistemas de tierra	4.02.01.002.I
Centro de control de motores	5.02.04.007
Equipo de control para sistemas contra incendio	5.02.02.002
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pinturas de acabado	4.01.01.022.B
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Método de prueba hidrodinámica para bombas centrífugas	NOM R-4
Funcionamiento para bombas centrífugas	NOM R-6
Método de prueba ara motores estacionarios con encendido por bujía o por compresión	NOM D-31
Acumuladores eléctricos industriales, tipo plomo-ácido	NOM J-17
Agua de reposición para acumuladores eléctricos tipo plomo-ácido	NOM J-181

001.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los equipos de bombeo que se usarán en las redes contra incendio, se elegirán de acuerdo con los requisitos de calidad, capacidad, potencia y demás características de operación y fabricación que indique el proyecto; deberán cumplir con lo señalado en las especificaciones y en las normas que se citan en las referencias, de acuerdo con lo siguiente:

1. Las bombas serán del tipo centrífugo horizontal, con la carcasa de hierro fundido; el impulsor será de bronce B-145-4B, tipo cerrado y dependiendo de su diseño, se podrán usar prensaestopas o sello mecánico; la voluta será de hierro gris según especificación ASTM A-48-64, la flecha de acero al manganeso según especificación SAE 4140, el anillo de descarga de bronce con especificación SAE 4140 y el anillo de descarga de bronce según especificación SAE 660.

2. Las bombas se acoplarán directamente a los motores, mediante un cople flexible de la capacidad requerida. Los motores serán de tipo eléctrico de inducción jaula de ardilla, tipo abierto a prueba de goteo, de tres fases, 60 Hz/s y 220 V, con aislamiento clase NEMA-B y caja en conexiones a prueba de polvo. Los motores de combustión interna podrán ser de diésel o gasolina y estarán equipados con arrancador eléctrico, toma de fuerza, embrague, silenciador, tanque de combustible, batería, juego de cables, precalentador y protecciones adicionales (temperatura, aceite, etc.)

3. Tendrán manómetro con intervalo de operación de 0-686.46 kPa (0-7 kg/cm^2), con escala en kg/cm^2 y conexión roscada; la eficiencia de los equipos será del 75 por ciento como mínimo.

4. Deberán estar debidamente protegidos contra un medio altamente húmedo, por lo que se les aplicará un recubrimiento con pintura anticorrosiva y acabado en esmalte; se especifica como mínimo una capa de anticorrosivo y dos de esmalte; todos los tornillos y accesorios serán del tipo galvanizado o de cualquier otro material que resista la corrosión: tornillos, norma ASTM A-307 y tuercas, norma ASTM A-194.

5. Las bombas, motores y componentes de los equipos de bombeo que se suministren, deberán ser intercambiables entre sí, sin que para ello se requieran ajustes ni modificaciones mayores de alineamiento y nivelación; deberán contar con las conexiones necesarias para los tableros de control y al centro de control de motores.

6. Se deberán suministrar todos los planos o indicaciones necesarias para su correcta instalación.

001.C.01 INSPECCION Y RECEPCION

1. Se deberá suministrar, libre de cargo, toda la información, incluyendo dibujos de taller, que se

juzguen necesarios para una completa inspección.

2. COVITUR y/o su Representante, se reserva el derecho de inspeccionar todo el suministro, así como el proceso de fabricación, para comprobar la calidad y cumplimiento de las características especificadas y así con base en el resultado obtenido, aceptar o rechazar el suministro.

3. El equipo suministrado deberá cumplir con el 100 por ciento de los requisitos indicados en el proyecto; se entregarán empacados de acuerdo con las mejores prácticas comerciales; cualquier daño que por empaque defectuoso o inadecuado sufran los equipos y/o sus componentes, se cubrirá con cargo al proveedor; deberán tener una placa metálica grabada con todos los datos técnicos y de identificación que el equipo suministrado tiene.

001.C.02 GARANTIA

El equipo suministrado tendrá una garantía sobre cualquier defecto de diseño, materiales, mano de obra y características de operación, con una vigencia mínima de un año a partir de la fecha de aceptación.

CAPITULO 5. 02. 02. 002

EQUIPO DE CONTROL PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO

002.A DESCRIPCION

Los equipos de control automático para los sistemas contra incendio del Metro de la Ciudad de México, estarán alojados en tableros independientes especialmente construidos para cumplir con las lógicas de control del sistema, de acuerdo con las características y lineamientos indicados por el proyecto.

Los equipos de control estarán formados básicamente por lo siguiente:

1. Tableros
2. Dispositivos de control y señalización
3. Tablillas terminales y cableado
4. Dispositivos de alarma.

El equipo de control automático deberá ser capaz de operar bajo las condiciones y características generales siguientes:

1. Condiciones generales de servicio

   Temperatura ambiente máxima: 313.15 K (40°C)

   Temperatura ambiente mínima: 269.15 K (−4°C)

   Temperatura ambiente promedio: 257.15 K (20°C)

   Altitud sobre el nivel medio del mar: 2240 m s.n.m.

   Presión barométrica: 77.04 kPa (585 mm Hg)

   Humedad relativa: 70 por ciento

2. Características generales

   Tensión de la señal de vía: 750 VCD

   Tensión de control: 220 VCA pref.

   Tensión de señalización: 220 VCA pref.

   Tipo de operación: Intemperie

   Frecuencia: 60 cps

   Clase de aislamiento para los elementos de tensión: 1000 V

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.01
Empalmes y terminales	4.02.01.002.D.04
Interruptores y estaciones de botones	4.02.01.002.H.02
Tableros de control automático	5.02.04.004
Centro de control de motores	5.02.04.007
Equipos de bombeo para protección contra incendio	5.02.02.001
Sistemas de tierra	4.02.01.002.I.01
Alarmas	3.02.08.007
Sistemas de control de seguridad	3.03.12.004
Limpieza y pintado de gabinetes	DDF 441
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Interruptores, selectores y lámparas para aparatos de control industrial	NOM J-361
Cargadores de baterías para uso industrial	NOM J-322
Método de prueba para tableros de control	NOM J-220
Arrancadores manuales a tensión plena para motores de corriente alterna de baja tensión	NOM J-305
Gabinetes para equipos eléctricos de control y distribución	NOM J-235
Arrancadores a tensión plena para motores de corriente alterna de baja tensión	NOM J-290

002.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los equipos de control automático para los sistemas contra incendio tendrán como propósito fundamental el cumplir con las lógicas de operación, que de acuerdo con las características y lineamientos de los sistemas, indique el proyecto.

Los tableros de control serán apropiados para montaje sobrepuesto, construidos en láminas de acero al carbono calibre 14 USG, terminados con pintura anticorrosiva con tratamiento bonderizado y dos capas

de esmalte color gris ANSI-161, con acabado tropicalizado de acuerdo a las características de construcción de la norma NEMA-4; deberán cumplir con los requisitos indicados en el proyecto, y lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. El equipo de control automático para la bomba con motor eléctrico dará la señal de arranque como resultado de una baja de presión en la red contra incendio captada por un interruptor de presión tipo cápsula de mercurio; este control se encargará de enviar la señal de arranque y paro; deberá contar con retardadores de tiempo tanto para el arranque como para el paro de la bomba y dispositivo de alarma visual y auditiva; esta última se desconectará manualmente, permaneciendo la visual mientras la presión no sea restablecida, de acuerdo con las indicaciones de proyecto, y lo siguiente:

   — Será capaz de proteger el funcionamiento en seco de los equipos de bombeo, cuando el nivel del agua en la cisterna no sea el adecuado, bloqueando el arranque de las bombas, mientras el nivel bajo persista.

   — Tendrá luces piloto, roja "Bomba operando" y verde "Bomba fuera" para cada una de las unidades; cada luz tendrá una placa metálica atornillada con la siguiente leyenda:

Bomba No. 1	Bomba No. 2
OPERANDO-FUERA	OPERANDO-FUERA

   Las luces indicadoras serán del tipo que se pruebe al presionar el capuchón de vidrio con transformador para foco de 16-8 volts.

   — Tendrá puerta embisagrada al frente con chapa y empaques NEMA-4; deberá contar con las preparaciones necesarias para la instalación y conexión de luces piloto, manómetro, alarma, etc.; el manómetro integrado a la puerta tendrá escala graduada en kg/cm^2 y con un intervalo de operación de 0-686.48 kPa (0.7 kg/cm^2).

   — Tendrá un selector de contacto sostenido "Manual-Fuera-Automático", para operar las bobinas de los arrancadores de las bombas, así como un botón de contacto momentáneo para prueba de los equipos; los equipos deberán funcionar con el selector en posición "MANUAL" y el botón de prueba oprimido.

   — Los electrodos para detectar los niveles de agua en la cisterna, serán para operar en agua limpia y tendrán una resistividad de 0-20 000 ohms.

   — Estarán equipados con tablillas terminales con el 10 por ciento de reserva, apropiadas para la interconexión con los dispositivos de control montados en campo y en el centro de control de motores todo el cableado de control será a base de conductores de cobre, calibre 14 AWG, con aislamiento tipo DRF, deslizante y resistente al fuego.

   — La puerta tendrá en su interior una copia del diagrama del cableado; los dispositivos de control deberán protegerse con fusibles de la capacidad requerida.

2. El equipo de control de la bomba con motor de combustión interna, dará la señal de arranque automáticamente al no haber energía eléctrica y/o al registrarse una baja de presión en la red, lo cual sucederá al sufrir alguna falla la unidad con motor eléctrico; el tablero de control además de cumplir con lo indicado en la cláusula 002.C, incisos y párrafos subsecuentes de este capítulo, deberá tener lo siguiente:

   — Un cargador de baterías de estado sólido, de la capacidad requerida, que provea regulación automática de la carga; se incluirá un amperímetro y un voltímetro, para supervisión de la batería.

   — Señal visual y audible de alarma por falla de motor (baja presión de aceite, alta temperatura del agua de enfriamiento, etc.) y desconexión del motor por sobrevelocidad.

   — Switch selector de tres posiciones "Manual-Fuera-Automático", de contacto sostenido, con botón de contacto momentáneo para cuando el selector se encuentre "AUTOMATICO".

3. Las funciones del equipo de control automático del sistema contra incendio, serán realizadas mediante dispositivos de estado sólido que actúen sobre las bobinas de los arrancadores, localizados en el centro de control de motores, teniendo en cuenta lo siguiente:

   — Todos los sistemas de fuerza serán trifásicos de 220 V CA, 60 Hz; todos los sistemas de control serán monofásicos de 127 V CA, 60 hertz.

   — Los dispositivos serán del tipo encapsulado, para que los circuitos electrónicos estén protegidos de la humedad y vibraciones mecánicas.

   — Los circuitos que se propongan deberán prever que los electrodos.que van a la cisterna actúen al tocar el agua; la corriente eléctrica que circule por el agua, deberá ser inferior a 48 V; la capacidad de control automático deberá ser capaz de cerrar circuitos de 10 A a 220 volts.

4. Todos los componentes de los equipos de control automático del sistema contra incendio deberán ser intercambiables entre sí, para equipos iguales, sin que se requieran modificaciones mayores de nivelación y ajuste.

5. Los equipos de control automático deberán suministrarse con todos los planos e indicaciones necesarias para su montaje y una lista de repuestos para dos años de operación; los repuestos no forman parte del alcance del suministro, ni de la evaluación.

6. Tanto el equipo como sus componentes, deberán entregarse empacados conforme a las mejores prácticas comerciales, a fin de protegerlos contra cualquier daño que durante su transportación, manejo y almacenamiento, puedan sufrir.

002.C.01 INSPECCION Y GARANTIA

COVITUR se reserva el derecho de inspeccionar tanto el suministro como el proceso de fabricación, para comprobar la calidad y cumplimiento de las características especificadas, tanto del equipo como de los materiales y mano de obra empleados y, de acuerdo con los resultados obtenidos, aceptar o rechazar el suministro.

Los equipos de control automático deberán estar garantizados contra cualquier falla de diseño, operación, calidad de materiales, dimensiones, mano de obra y demás características especificadas en el proyecto; la garantía tendrá una vigencia mínima de un año, contado a partir de la fecha de entrega y aceptación.

CAPITULO 5. 02. 03. 001

SEÑALIZACION

001.A DESCRIPCION

El sistema de señalización tiene como objetivo mantener la seguridad en el recorrido de los trenes en las líneas del Metro de la Ciudad de México, restringiendo la autorización, circulación y velocidad bajo ciertas condiciones de operación y del estado general de la línea.

Lo antes mencionado se logra utilizando el sistema llamado de señalización lateral de bloqueo automático luminoso. Este sistema se compone de dos tipos de señalización: señalización de espaciamiento y señalización de maniobra.

1. Señalización de espaciamiento. Su objetivo es mantener en todo instante una distancia entre dos trenes sucesivos circulando sobre la misma vía y en el mismo sentido, con el fin de evitar todo posible alcance entre ellos sea cual fuere la marcha utilizada.

2. Señalización de maniobra. Tiene por objeto mantener la seguridad en los movimientos de trenes en zonas de aparatos de vía, es decir: terminales, servicios provisionales, cambios de vía, enlaces y talleres.

En forma general el sistema de señalización descrito anteriormente se integra por tres grupos de equipos: en local técnico, en campo y en local del tablero de control óptico (TCO).

1. Los equipos alojados en los locales técnicos de cada estación procesan las informaciones de indicación, detección y control por medio de un sistema de lógica con relevadores de seguridad. Entre estos equipos se encuentran los siguientes:

   a) Armarios de alimentación. Serán de dos tipos; bloque para estaciones de espaciamiento, y maniobra para estaciones de maniobra. Tanto uno como otro estarán completamente cableados y equipados en forma general por los siguientes elementos:

      — Transformador de alimentación.

      — Rectificador para la alimentación continua (para estación tipo espaciamiento).

      — Sistema de fusibles de protección.

      — Interruptores manuales de seccionamiento.

      — Sistema de monitoreo para verificación de alimentación.

      — Detector de tensión y fase con sistema de alarma visual y telemandada.

      — Cableado y accesorios de cableado y ajuste.

      — Bornes.

      — Terminales.

      — Dispositivos de asociación a cargador y banco de baterías de socorro (para estación tipo maniobra).

   b) Bastidores. Son de dos tipos: de control y tratamiento de la lógica, y de interfaces para zona de maniobras. Los bastidores NS1 para relés y circuitos de vía enteramente cableados y equipados están integrados en particular por los siguientes elementos:

      — Conectores NS1.PFC.12.

      — Materiales no desconectables.

      — Resistencias y condensadores de ajuste.

      — Accesorios de cableado: bornes, fusibles, hilo de cableado, terminal de conexión y elementos de identificación.

      — Etiquetas.

   c) La lógica estará constituida por tres clases de equipos de seguridad: relevadores, equipo electrónico y equipo eléctrico.

      — Relevadores de seguridad. Se dividen en dos grupos: neutros y basculares. A título indicativo se identifican por un código similar al que a continuación se cita: NS1.B.24.4.8.4.

      donde:

      B Bascular

      24 24 volts

      4 contactos izquierdos

      8 contactos neutros

      4 contactos derechos

      El proveedor propondrá, si lo juzga pertitente, su código de identificación el cual deberá ser compatible al existente y ser aprobado por el Representante.

      Entre estos elementos tenemos:

      Relé de vía tipo NCO-TH.2404

Relé	NS1.B.24.4.8.4
Relé	NS1.B.24.10.24.10
Relé	NS1.R.24.404
Relé	NS1.TA.500/2000
Relé	NS1.BTB.30.90
Relé	NS1.24.404
Relé	NS1.24.12.0.8

— Equipo electrónico. El proveedor podrá proponer elementos electrónicos que satisfagan el aspecto funcional y de seguridad.

Los equipos presentados deberán cumplir las normas internacionales vigentes.

Dentro de estos equipos se tienen los siguientes elementos:

Emisor de impulsión tipo	NCO.EAT 125 CA + EGT 600 P
Receptor de impulsión	NCO.RVT.600
Temporizador	AGASTAT 24.VCC.2 INV. 105-2005
Convertidor	NCO.CRT.C2A.C4B/60.2
Intermitente	NSI.CL.24.70.001

— Equipos eléctricos. En general se consideran los siguientes elementos:

Bloque (compuesto por un transformador, un rectificador y un relé)	NCO.BAK
Transformador	NCO.BAL
Transformador	NCO.BTA
Transformador	NCO.BTI

— Cableado. Los cables de unión entre chasis y chasis son del tipo descrito en la especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas".

2. Los equipos en campo son aquéllos que se encuentran instalados a todo lo largo de la línea y son los que cumplen las funciones de indicación, detección y mandos; entre ellos se tienen:

a) Señales. Las unidades luminosas o señales tipo semáforo están constituidas por cajas equipadas con un sistema óptico utilizando lentes que dan una divergencia y visibilidad definidas, a manera de cumplir los requerimientos fijados por el servicio de explotación. Estos dispositivos se pueden agrupar en dos tipos atendiendo a su lugar de instalación, que son:

— Material al aire libre o superficial

Señal de una unidad luminosa de 160 mm de diámetro con deflector óptico, base orientable y tornillos para fijación.

Señal de dos unidades luminosas de 160 mm de diámetro con deflector óptico, base orientable y tornillos para fijación.

Señal de tres unidades luminosas de 160 mm de diámetro con deflector óptico, base orientable y tornillos para soporte de fijación.

Lámpara piloto con visera y tornillos para fijación.

— Material en túnel o subterráneo

Señal de dos unidades luminosas de 125 mm de diámetro sin pantalla ni visera, con base orientable y tornillos para fijación.

Señal de tres unidades luminosas de 125 mm de diámetro sin pantalla ni visera, con base orientable y tornillos para fijación.

Lámpara piloto sin pantalla ni visera con tornillos para fijación.

b) Indicadores diversos. Los indicadores diversos se pueden agrupar en dos tipos atendiendo a su lugar de instalación, los cuales son:

— Material al aire libre o superficial

Caja luminosa indicadora de velocidad autorizada IVA, SP, R, en chapa galvanizada pintada, con visera y tornillos para fijación.

Caja cuadrada luminosa con advertidor de indicador de velocidad limitada (IVL) de pantalla redonda, en chapa galvanizada pintada, con visera y tornillos para fijación.

Caja luminosa indicadora de velocidad limitada (IVL) de forma cuadrada, en chapa galvanizada pintada, con visera y tornillos para fijación.

Visera para caja luminosa.

Caja luminosa indicadora de dirección (ID) en chapa galvanizada pintada de 2, 3 o más indicaciones y tornillos para fijación.

— Material en túnel o subterráneo

Serán como se indica en el inciso (b) anterior de esta Especificación, a excepción de la visera, ya que no la requieren.

c) Conexiones inductivas (CI). En la vía se tienen circuitos de vía (CDV) a base de conexiones inductivas, que sirven de transformadores, destinados a la alimentación del CDV y para el regreso de la corriente de tracción; en forma general son del tipo CIT 1000, 1400 y 2000, con tornillos para fijación.

d) Motores de agujas. Todos los aparatos de vía son mandados eléctricamente a razón de un

motor eléctrico por aguja. Los equipos utilizados son:

Mecanismo de cambio de aguja no talonable de motor trifásico 220/380 V con dispositivos de calado, limitador de carrera, frenaje, y palanca de mando manual.

Mecanismo de aguja talonable de motor trifásico 220/380 V con palanca de mano tipo TR 44 o similar.

Cerradura BOURRE con pestillo saliente para mecanismo de aguja.

e) Cofre de socorro. Se presenta en la forma de un cofre metálico y debido a su lugar de instalación se pueden clasificar en dos tipos:

— Material al aire libre o superficial

Los cofres instalados en líneas superficiales están equipados con una contrapuerta para protección ambiental. El acceso al interior del cofre es reservado al personal de mantenimiento.

— Material en túnel o subterráneo

Los cofres instalados en líneas subterráneas guardan la misma configuración que los antes mencionados a excepción de la puerta de protección, ya que éstos no requieren de ella.

Cada cofre contiene un conmutador de puesta a mano "M" de tres posiciones: NORMAL, MANUAL Y SEÑAL, un conmutador eléctrico de socorro, de tres posiciones: neutro, derecha e izquierda, indicadores y equipo eléctrico de mando, además de una cerradura BOURRE con pestillo saliente con una o dos llaves para cerradura de motor.

f) Controladores. Control de cerrojo SAXBY para aguja asociado al mecanismo de aguja o cerrojo mecánico tipo bornes con conector automático para dar información de la posición de agujas en aparatos de vía.

g) Cofres de repartición. Cofre de chapa galvanizada y pintada con entrada de cable con bornes de conexión y dispositivos de fijación para enlace entre los equipos y distribución de cableado para los equipos en las vías.

h) Cofres de botones de mando. Están destinados al mando y anulación de ciertos itinerarios. Se encuentran en la proximidad de las señales de acceso a los itinerarios en cuestión y están previstos de tantos botones de mando como itinerarios a mandar y según el caso un botón de anulación.

i) Cableado. El cableado principal a todo lo largo de la línea será con conductores del tipo K13MA, descritos en la especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas". Las uniones de CI al riel y las uniones equipotenciales son realizadas con cables de 500 MCM o 240 mm² de sección, con aislamiento XLP de acuerdo a lo indicado en la especificación 4.02.01.004.E "Conductores de 1 kV para alimentación de tracción"

3. Los equipos en el local del tablero de control óptico (TCO) son instalados en terminales desde las cuales se realizan los mandos o cancelaciones de los movimientos (itinerarios) con la utilización del pupitre de mando y del TCO en el que se visualiza la posición de los trenes, el estado de la señalización y la posición de los equipos de aparatos de vía. De manera general estos equipos son:

a) Pupitre de mando de control. Mueble combinado de mando y de control que contiene el equipo completo necesario de los mandos, destrucciones y controles tal como lo especifica el pliego de cláusulas de terminal definido en el proyecto.

Además, se incluyen dentro del pupitre de mando de control los botones o pulsadores luminosos siguientes:

— Botones luminosos de mando de itinerarios simples.

— Botones luminosos de mando de itinerarios combinados y de itinerarios de trazo permanente.

— Botones luminosos de mando de destrucción de TP.

Nota: Los botones indicados anteriormente se encienden en blanco intermitente para registro de itinerarios y encendido fijo para itinerarios formados; los botones de destrucción de TP están normalmente encendidos en fijo y se apagan al mandar el TP.

— Botones de anulación no luminosos (uno por destino).

— Botón general DO, no luminoso.

— Botón general DU, no luminoso.

— Un contador de cinco cifras asociado al DU.

— Botón de timbre, no luminoso.

— Botón de señal, no luminoso.

— Eventualmente, tres botones enclavados de mando de señal de salida, donde dos son luminosos, indicador "próximo tren"

b) Tablero de control óptico (TCO). Los TCO respetan el trazo y la orientación geográfica de vías y señales y presentan la siguiente información:

— Indicación de los circuitos de vía (CDV) libres.

— Indicación de los CDV ocupados.

— Control de los aparatos de aguja (posición).

— Estado de las señales con el código siguiente:

Vía libre - indicador verde.

Señal roja - indicador rojo (alto total) o blanco (alto espaciamiento).

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pista metálica	4.02.01.001.C.01 y 02
Riel de seguridad	4.02.01.001.C.03 y 04
Material aislante	4.02.01.001.E
Aparatos de vía	4.02.01.001.F
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.02
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.C.01
Conductores de 1 kV para alimentación de tracción	4.02.01.004.E
Cargador y banco de baterías	5.02.04.009

001.C REQUISITOS DE CALIDAD

Todos los materiales utilizados en las instalaciones de señalización serán concebidos bajo los principios de "Seguridad intrínseca". Todo el equipo que procesa las secuencias lógicas, instalado en los locales técnicos, responderá al criterio de "Seguridad intrínseca". Un equipo o instalación será de "Seguridad intrínseca", si cualquier falla o defecto del material o de instalación en su funcionamiento normal, jamás se traducirá en una orden menos restrictiva que la que daría en caso normal.

Este principio será aplicado para cada elemento que constituya la instalación.

Además de cumplir con este principio, será necesario adicionar las condiciones de alta fiabilidad en la tecnología del material utilizado.

001.C.01 EQUIPOS EN LOCAL TECNICO

Salvo indicación contraria, los equipos en local técnico deberán cumplir los requisitos que a continuación se indican:

1. Equipos de los puestos de maniobra

a) Todo el equipo que corresponde a un puesto se monta en bastidores de perfiles de fierro. La identificación de los bornes y de los conductores se realiza por medio de etiquetas grabadas y anillos indicadores inflamables. El cuerpo de los bornes de llegada y de salida es de material sintético colado, con una rigidez dieléctrica elevada. Todos los cables de señalización que afectan un puesto de maniobra llevarán a cada 50 m una etiqueta resistente a la corrosión, grabada con los datos de las conexiones afectadas con ellas. Las baterías no deberán dar lugar a desprendimienots gaseosos nocivos y tendrán una autonomía de una hora. Deberán cumplir en general con los requisitos establecidos en la Especificación 5.02.04.019 "Cargador y banco de baterías".

b) Los relevadores de los puestos de maniobra deberán cumplir las características indicadas en la tabla 001-1.

Tabla 001-1, Características de los relevadores de puestos de maniobra

Tensión de alimentación:	Mínimo 24 VCD equipado con conector automático
Temperatura de operación:	243 K (— 30°C) a 343 K (70°C)
Montaje:	Individual en caja de acrílico transparente con cubierta y dispositivo para sello de plomo

c) Chasis destinado al alojamiento de los equipos de señalización. Los bastidores que serán utilizados para alojar todos los equipos necesarios para realizar la lógica de seguridad de la señalización, estarán formados por una sola pieza, dentro de la cual existen cuatro partes principales:

— Zoclo.

— Parte inferior.

— Parte modular.

— Parte superior.

Las características ambientales donde se utilizarán son las siguientes:

— Temperatura: Entre 243 K (— 30°C) y 343 K (70°C).

— Medio ambiente: Los bastidores deberán estar protegidos contra el polvo y la humedad.

Las características generales que deberán cumplir los bastidores serán las siguientes:

— Accesibilidad en ambos lados.

— Precableado interno en fábrica.

— Montaje y desmontaje rápido de los equipos móviles.

— Lámina galvanizada en caliente para la estructura del bastidor.

— Conexiones automáticas para las ligas eléctricas entre los equipos y bastidores.

— Espacio y conexiones necesarias para las interfaces.

— Concepción para cumplir con el principio de seguridad intrínseca.

— Fijación al piso.

— Sistema de tierra.

— Se deberá prever lugar para las alimentaciones a los equipos.

— Deberá existir una codificación en los bastidores, para la ubicación de los equipos.

— Identificación interna del cableado.

001.C.02 EQUIPOS EN CAMPO

Salvo indicación contraria, los equipos en campo deberán cumplir lo que se indica a continuación:

1. Señales, unidades luminosas de 125 y 160 mm de diámetro

   a) La intensidad luminosa en el eje óptico y eje geométrico en el plano horizontal y el plano vertical, deberá ser superior al mínimo indicado en la tabla 001-2.

   b) La intensidad luminosa al límite de la divergencia horizontal, deberá ser superior al mínimo indicado en la tabla 001-2 y su diferencia no deberá rebasar el 15 por ciento (diferencia entre dos medidas, una tomada con giro a la derecha y la otra con giro a la izquierda respecto al eje geométrico).

   c) El valor de la intensidad luminosa al límite de la divergencia vertical, deberá ser superior al mínimo indicado en la tabla 001-2 y su diferencia no deberá rebasar el 15 por ciento (diferencia entre dos mediciones, una tomada hacia arriba y la otra hacia abajo respecto al eje geométrico).

   d) La característica dieléctrica de las unidades de iluminación de las señales, se obtendrá al aplicar una tensión alterna senoidal de 2000 V, 60 Hz, por espacio de 15 segundos, siendo el resultado a obtener, la no ruptura ni deterioro de todas y cada una de las partes conductoras del soporte de la lámpara y de cualquier otra parte metálica de este soporte

2. Indicadores diversos

   a) Indicadores varios. Las cajas luminosas para los diferentes indicadores serán fabricadas con lámina galvanizada y pintada, provistas con una tapa embisagrada; en forma general se integrarán por los siguientes elementos:

      — Un soporte de lámpara.

      — Una placa que presenta la indicación del caso.

      — Una o dos pantallas.

      — Un monitor para el paso del cable.

      — Una lámpara de 2 a 7 V, 15 W.

      Los indicadores apagados no deberán presentar alguna indicación visible.

      Para instalación en intemperie se equipará con visera.

   b) Indicadores de velocidad

Tipo de lámpara: Incandescente de 2-7 V
Vida útil lámpara: Mínimo dos años
Material del portalámparas: Latón
Dimensiones: Serán de acuerdo al proyecto

      La entrada del cable a la caja luminosa deberá impedir la entrada de polvo y humedad.

   c) Indicador de servicio provisional

Tipo de lámpara: Incandescente de 2-7 V
Control de luz: Intermitente por relevador

      Llevarán la indicación SP con las mismas dimensiones que el equipo mencionado pero con luz parpadeante (prendida 0.5 s, apagada 0.5 s), empleada sólo cuando un servicio provisional es mandado y autorizado.

Tabla 001-2. Intensidad luminosa en señales

Tipo	Divergencia		Características fotoeléctricas		
			Intensidad luminosa, en candelas		
Diámetro nominal de sistema óptico, en mm	Vertical, en grados	Horizontal, en grados	En el eje	Al límite de la divergencia	
				Vertical	Horizontal
125	1.5	15	400	200	200
160	1	18	700	350	350

d) Indicadores de dirección

Señal luminosa: Matriz de lámparas de 5 x 7	
Control de luz: Una matriz de diodos seleccionará las lámparas a encender.	
Potencia de las lámparas:	Tipo aéreo 2 W Tipo subterráneo 1 W

Su alimentación es similar a la prevista para los indicadores de velocidad; en los casos de indicador aéreo, se dotará de visera.

3. Circuito de vía con conexiones inductivas (CI)

a) Los rieles de seguridad y las pistas de rodamiento que conducen la corriente de retorno de tracción y la corriente de señalización, son divididos en circuitos de vía, separados unos de otros por juntas aislantes. Estos circuitos de vía son del tipo birriel; a cada extremidad de los circuitos de vía se instalan conexiones inductivas que acoplan al emisor y receptor con la vía y sirven de transformadores (acoplador de impedancia) en corriente alterna para el extremo "salida" del CDV (respecto al sentido de circulación) y para la alimentación de relés para las instaladas a la "entrada" del CDV. Las primeras son llamadas conexiones inductivas de emisión y las segundas de recepción. Los elementos de base para la constitución de un circuito de vía tipo, serán de las características indicadas en la tabla 001-3.

Tabla 001-3. Características de un circuito de vía tipo

Longitud media del CDV: 250 m; máximo 500 m	
Impedancia de la vía:	Riel de 39.7 kg/m: 1 ohm/km Pista de 68 kg/m: 0.3 ohm/km
Tensión nominal de alimentación: 125 volts	
Aislamiento riel-plataforma: 10 ohm/km	
Frecuencia nominal: 60 hertz	

b) Juntas aislantes. Los requisitos de calidad, serán los indicados en 4.02.01.001.E.

c) Riel. Los requisitos de calidad serán los indicados en 4.02.01.001.C.03 y 04.

d) Pista. Los requisitos de calidad serán los indicados en 4.02.01.001.C.01 y 02.

e) Aparatos de vía. Los requisitos de calidad serán los indicados en 4.02.01.001.F.

f) Cables de 240 mm^2 o 500 MCM, XLP. Los requisitos de calidad serán los indicados en 4.02.01.004.E.

g) Relevadores de vía. Serán destinados a equipar el circuito de vía y operarán mediante las conexiones inductivas antes mencionadas y deberán cumplir con los requisitos indicados en la tabla 001-4.

Tabla 001-4. Relevadores de vía

Tipo: Bornes de conexión automática rápida
No. de contactos: mínimo 4, de traslación o equivalente
Temperatura de operación: 243 K (−30°C) a 343 K (70°C)
Abertura de los contactos de trabajo al cerrarse los contactos de reposo : 1 mm
Abertura de los contactos de trabajo cuando la armadura está en reposo: 1.25 mm
Abertura de los contactos de reposo al cerrarse los contactos de trabajo: 1 mm
Abertura de los contactos de reposo cuando el relevador está en posición de compresión: 1.25 mm
Al ajustarse los contactos deben tener una carrera mínima de frotamiento de 0.2 mm
Esfuerzo mínimo de aplicación del contacto de trabajo: 30 g
Esfuerzo mínimo de aplicación del contacto de reposo: 15 g
Par mínimo en la atracción (en la zona neutral): 140 g-cm. Este valor corresponde a un relevador con un solo eje de rotación; adicionar 15 g-cm por cada eje de rotación suplementario
Sensibilidad: Por lo menos igual a 0.65
Vida del mecanismo: mínimo, $2x10^6$ maniobras

— Gabinete. Será de material transparente indeformable, contra polvo, con ventilación y con sello de plomo, no fundible a una temperatura igual o menor a 343 K (70°C).

— Conector, rígido e indeformable con dispositivo de seguro.

— Clavijas de metal inoxidable de alta conductividad.

— En cada aparato se fijará una etiqueta de calibración en el interior de la caja de manera que sin cubrir el mecanismo sea visible durante las inspecciones. Podrá igualmente fijarse en el exterior de la caja en un depósito inviolable, si fuese necesario. Llevará en especial las indicaciones siguientes:

El número de fabricación.

La fecha de recepción.

Las características eléctricas principales tomadas del aparato mismo (caída, atracción, compresión).

h) Conexiones inductivas (CI)

— Embobinados. Deberán cumplir los requisitos que se asientan en la tabla 001-5, siendo éstos tanto para el tipo 1400 A como para el 2000 A.

— Los embobinados de las CI 2000 A difieren de los indicados en la tabla 001-5 en:

Régimen de funcionamiento, deberán soportar 1400 A durante siete horas, seguido de 2000 A durante tres horas.

Intensidad pico: 8000 A

Corriente de desequilibrio para variación de impedancia: ± 105 A

— Gabinete. El conjunto de las piezas se montará en una caja metálica con cubierta móvil; esta caja deberá ser impermeable a la lluvia y protegida contra la oxidación; la cubierta deberá ser lo más ligera posible, teniendo sin embargo una resistencia mecánica suficiente; el dispositivo de fijación de la cubierta deberá permitir quitarse y co-

Tabla 001-5.Embobinados

Conexiones inductivas		
Requisito	**Embobinado**	
	Cable grueso	**Cable delgado**
Naturaleza	Constituido por una barra de cobre de sección suficiente con aislamiento	Similar para transformador tipo seco hecho con cable de cobre homogéneo
Temperatura de operación	Máximo 453 K (180°C) a una temperatura ambiente de 308 K (35°C)	
Régimen de funcionamiento	1000 A durante 4 h seguido de 1400 A durante una hora	
Intensidad pico	5000 A	
Variación de impedancia bajo tensión de 15 V, 60 Hz, y corriente de desequilibrio de ± 75 A	No más de 25%	
Unión con los rieles de seguridad	Mediante tres conductores de cobre aislado de 240 mm^2 de sección (500 MCM)	
Tolerancia de impedancia medido bajo 15 V, 60 Hz	± 5% sobre el módulo ± 2% sobre el argumento	
Tolerancia en el valor de la resistencia	En cada semiembobinado, no será mayor al 3% la diferencia	± 5%
Deterioro por corriente de 5000 A durante 30 s	0	
Relación de transformación		Los valores de tensión deberán ser iguales a los valores tipo ± 3%

locarse fácil y rápidamente; una ventanilla para inspección deberá estar dispuesta sobre la cubierta para permitir el fácil acceso a los bornes del embobinado "cable delgado", sin tener que desmontar esta cubierta y que tenga las dimensiones indicadas en la tabla 001-6.

Tabla 001-6. Gabinete

Localización	Carter sin cubierta	Carter y cubierta
Lado paralelo a los rieles	410 mm	510 mm
Lado perpendicular a los rieles	600 mm	600 mm

Los orificios de la caja llevarán un conector de emboquillado que impida la entrada de polvo y humedad.

La altura máxima posible de la conexión inductiva es de 350 mm y no deberá, en ningún caso, rebasar el nivel de los rieles en más de 30 milímetros.

4. Motores para agujas tipo T (no talonables) y tipo TR (talonables y reversibles).

a) Mecanismo de aguja tipo T

Los mecanismos del tipo T serán utilizados para asegurar las maniobras de aparatos de vía con o sin cerrojo que pueden ser franqueados a una velocidad media.

En el exterior del mecanismo se encontrarán:

— El brazo de ataque a las varillas de movimiento.

— Manija de selección Manual - Normal que puede ser enclavada por una chapa en posición normal.

— Dispositivo de la maniobra manual y palanca de socorro.

— Conector de cableado.

— Dispositivo de fijación y mantenimiento.

— Placa de identificación de motor y posición.

— Chasis, tapa y seguros.

En el interior del mecanismo se encontrarán:

— Motor eléctrico.

— Cama, contactos de mando y control.

— Todos los dispositivos mecánicos para su funcionamiento.

Características generales:

— Alimentación: Trifásica 60 Hz, 220 V entre fases.

— Resistencia máxima en línea: 3 ohms.

— Esfuerzo: Normal, 200 daN; máximo 400 daN.

Tiempo máximo de funcionamiento: 4.2 s.

— Carrera: Entre 110 y 260 mm.

— Maniobra de socorro: El mecanismo debera contar con una palanca de mando manual con giro de 180°, para efectuar la maniobra manual sin intervención del motor eléctrico.

— Los mecanismos de aguja T, con mantenimiento normal deberán realizar 200 000 maniobras simples antes de la revisión general.

— Rigidez dieléctrica. Todos los elementos eléctricos del mecanismo deberán soportar una tensión alterna de prueba de 2000 V y 60 Hz, durante un minuto, aplicada entre los conductores y entre éstos y el bastidor.

b) Mecanismo de aguja tipo TR

Estos mecanismos serán utilizados para las maniobras de aparatos de vía sin cerrojo, que pueden ser franqueados solamente a baja velocidad (Tan 0.20), lo que sucede en talleres.

El mecanismo deberá estar constituido esencialmente por una caja de hierro colado, cerrado por una tapa con dispositivos de fijación y asas para el mantenimiento, dentro de la cual estarán las partes del mecanismo. Deberá incluir patas o dispositivos para su fijación al lado de la vía.

En el exterior de la caja deberá encontrarse:

— El dispositivo de talonamiento e inversión.

— El tope de articulación del dispositivo de talonamiento.

— La manija de selección del conmutador Normal-Manual, inmovilizada en posición normal y estabilizada en posición manual.

— Dispositivo para realizar la maniobra manual concebido de tal forma que pueda recibir la palanca de torniquete, para realizar esta maniobra.

El interior del mecanismo deberá contener:

— Motor eléctrico.

— Sistema de engranes.

— Limitador de par de fricción.

— Cremallera.

— Conmutador que realizará el corte bipolar de los circuitos de mando y control de mecanismos.

— Conmutador Normal-Manual que realizará el corte bipolar de los circuitos de mando del motor eléctrico en posición manual.

Características mecánicas:

— En este tipo de mecanismo no existirá un dispositivo de estabilización de fin de carrera (cerrojo). La unión de las agujas y el aparato será mediante el resorte del motor el cual aplica una fuerza de 200 kilogramos.

— El reductor estará compuesto de tres trenes de engranes por los cuales se transmitirá la potencia del motor eléctrico a la cremallera.

— El limitador del par de fricción permitirá proteger a los piñones del tren de engranes y al motor en caso de esfuerzos anormales.

— Carrera: Entre 90 y 140 milímetros.

Características eléctricas:

— Motor eléctrico

Alimentación: 220 V, 60 Hz, 3 fases

Intensidad consumida: 8 A pico y 6 A nominal

Tiempo de traslado: entre 0.8 y 1 s.

Resistencia en línea: entre 0 y 3 ohms.

— Conmutador principal

El conmutador se compondrá de camas fijas al eje principal, las cuales permiten asegurar el corte de los circuitos de mando y control; estas camas serán ajustables en función de la carrera necesaria.

— Control. Se compondrá de contactos los cuales funcionan mediante la cama fija al árbol.

— Rigidez dieléctrica. Todos los elementos eléctricos del mecanismo deberán soportar una tensión alterna de prueba de 2000 V, 60 Hz, durante un minuto, aplicada entre los conductores y entre éstos y la caja.

c) Las características ambientales que se deberán considerar para la fabricación de estos mecanismos son:

— El equipo estará previsto para trabajar a la intemperie.

— Temperatura entre 243 y 343 K (−30 y 70°C).

— Todos los componentes serán de material tropicalizado.

001.C.03 EQUIPOS EN LOCAL DEL TCO

Salvo indicación contraria los equipos en local del TCO deberán cumplir los requisitos que a continuación se indican:

1. Tablero de control óptico (TCO) y pupitre. En forma general deberá diseñarse y fabricarse de acuerdo a lo indicado en la norma AFNOR-X8-002 apartados 2330, 2625, 2665, 2680, 2820, 3600 y 3603, en lo correspondiente a color, dimensión, calidad y tipo de símbolos y figuras que caracterizan las funciones y trazos de itinerarios, en lo que corresponda de acuerdo a lo indicado por proyecto, además de lo que a continuación se indica.

La operación de un pupitre y TCO constituye un puesto de trabajo, cuyas características principales de fabricación serán:

— La visibilidad en cuanto a la dimensión y la luminosidad de indicadores luminosos, la distribución, posición recíproca, la calidad de símbolos y figuras que caracterizan las funciones, la distancia del operador y el ángulo de visibilidad.

— La accesibilidad en cuanto a la posición de órganos de mando con respecto al operador, la facultad de distinguir los botones del mismo tipo pero de funciones diferentes, y la manuabilidad de los órganos de mando.

Mueble. Podrá ser de una o dos partes (ver figs 001-1 y 001-2 respectivamente) siendo las características generales para cada uno de ellos las siguientes:

— El TCO será independiente del pupitre de mando en muebles de dos partes.

— El ojo del operador sentado se situará a 1210 mm del suelo, para muebles de una parte y a 1120 mm en muebles de dos partes

— El campo visual se limitará a un ángulo de 60°, siendo la bisectriz la horizontal.

— La longitud máxima del brazo será de 600 milímetros.

— La platina de mando se situará a 850 mm en mueble de una parte y 760 mm en mueble de dos partes, del suelo y a una profundidad de 400 milímetros.

— El TCO y la platina (mueble en una parte) tendrán siempre la misma altura, con un máximo de 500 mm, a fin de que la cubierta de protección de mandos del pupitre se adapte adecuadamente al TCO.

— El largo del mueble será de 1500 milímetros.

Platina de TCO. Representa el conjunto de controles de la instalación de señalización en cuestión, cuyas características generales son:

— Las vías serán representadas en forma unifilar sobre la que un indicador luminoso, encendido en rojo o blanco, estará dispuesto de manera tal que materializará la liberación o la ocupación de circuitos de vía. El espaciamiento entre las vías será en función de la altura de la platina y del número de vías, para una terminal a dos vías (fig 001-3); la separación entre ellas es de 90 mm para una terminal de más de dos vías (fig 001-4); la separación entre las vías principales es de 80 mm y de 60 mm entre las vías principales y las vías secundarias; las vías desviadas tienen una inclinación

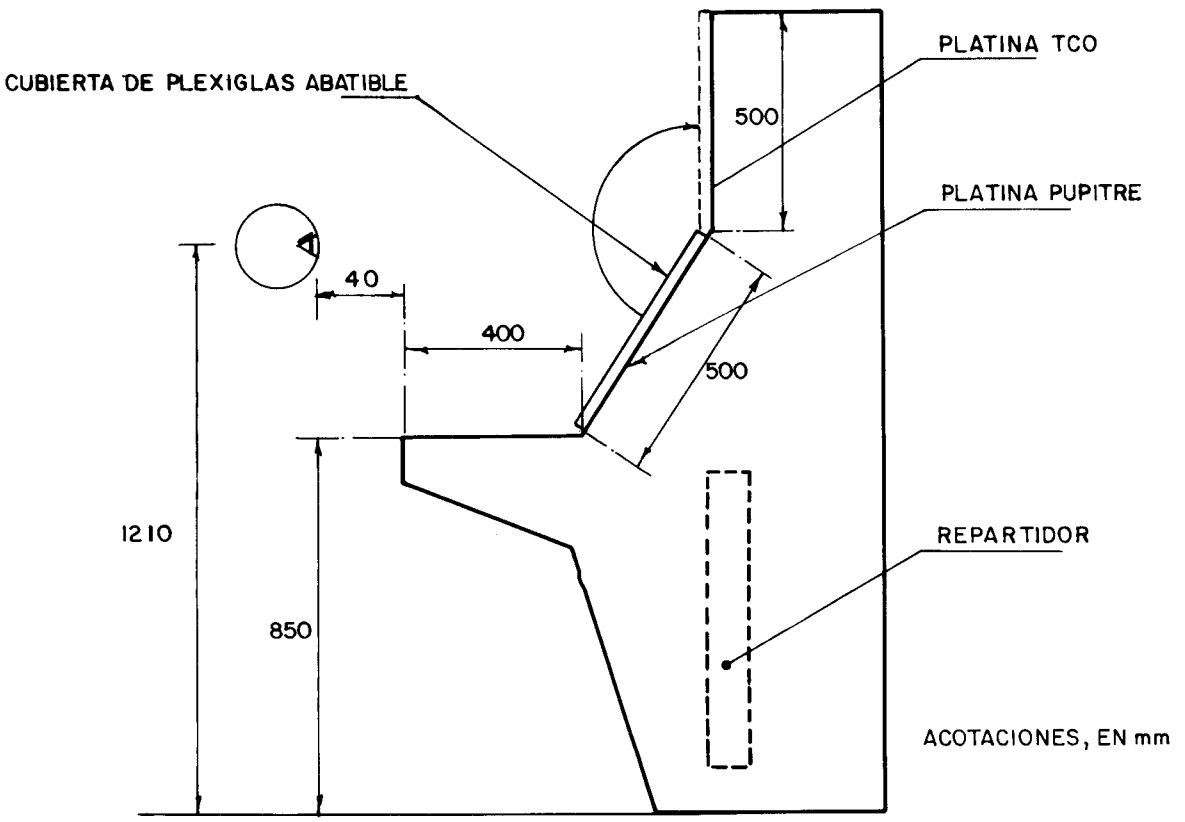


Fig 001-1 Mueble en una parte

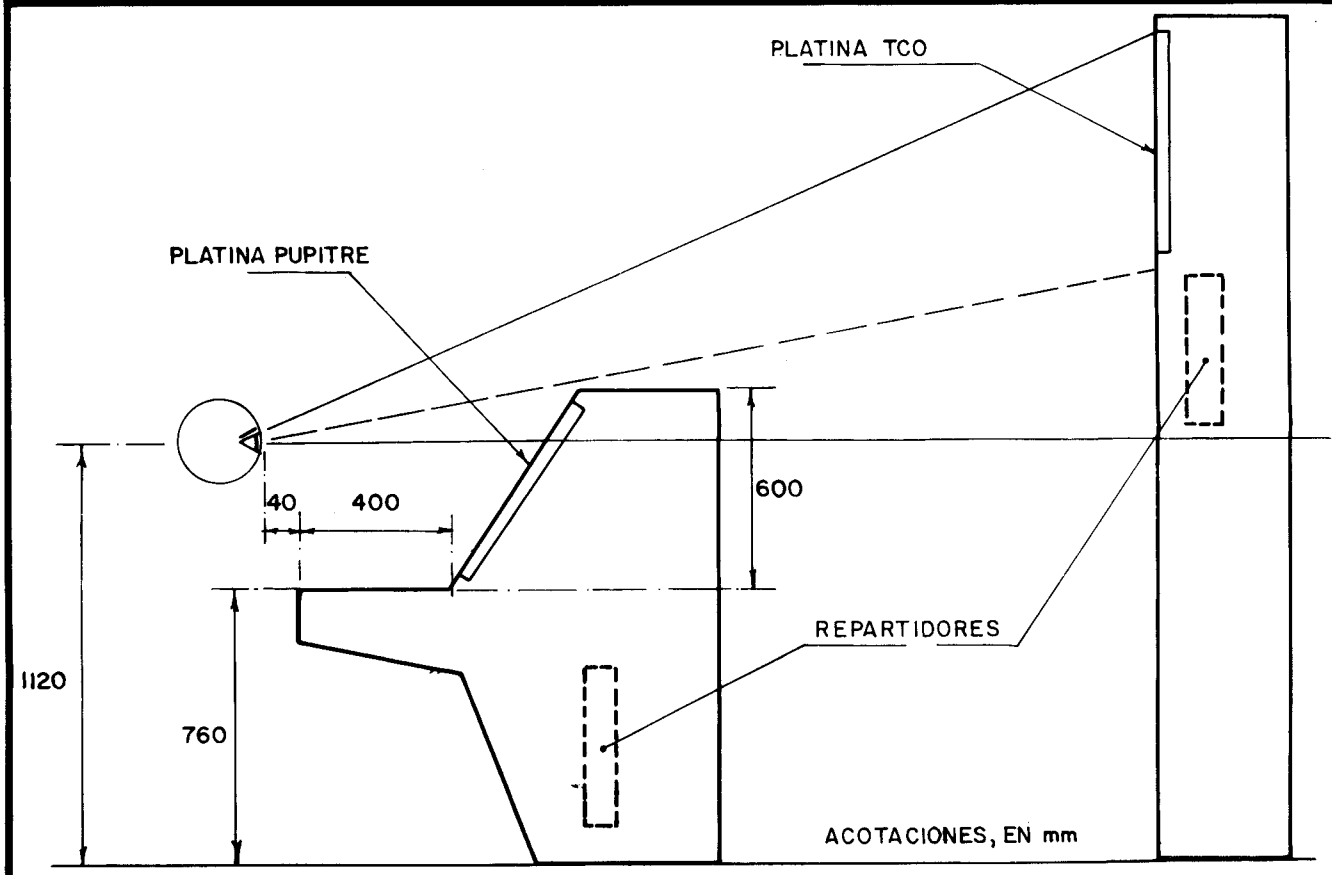


Fig 001-2 Mueble en dos partes

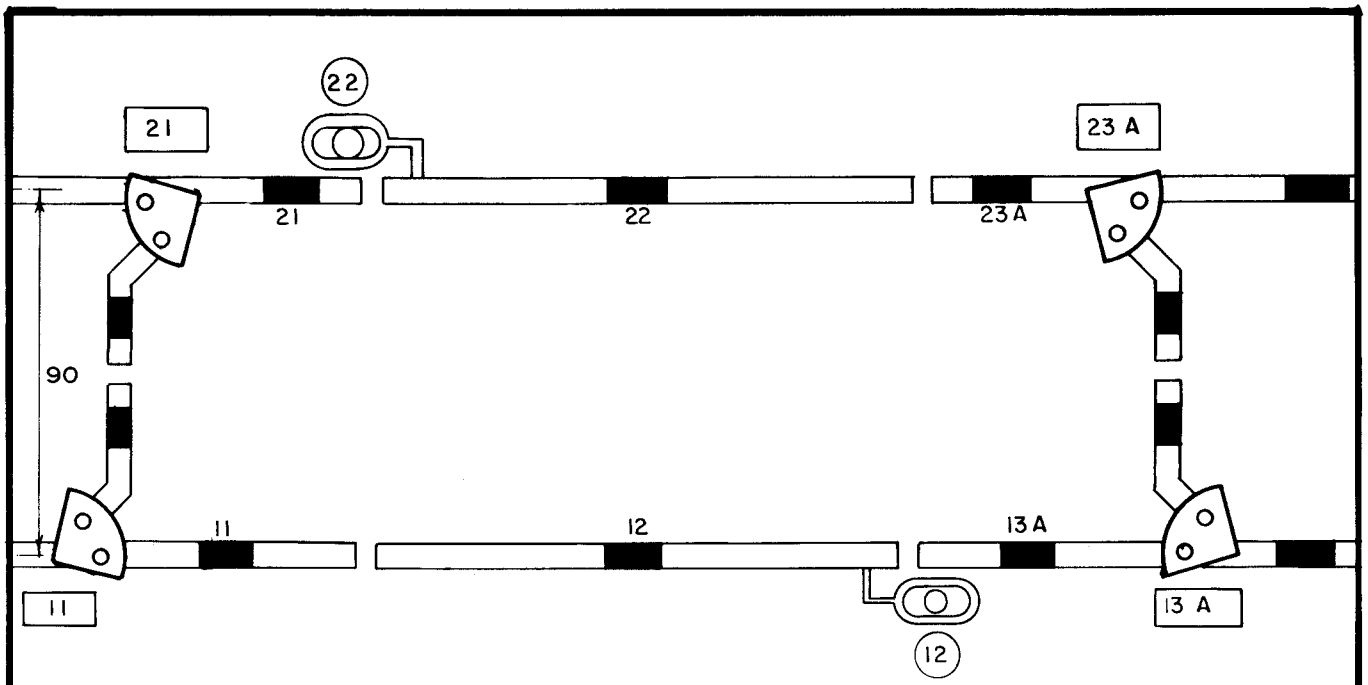


Fig 001-3 Terminal a dos vías

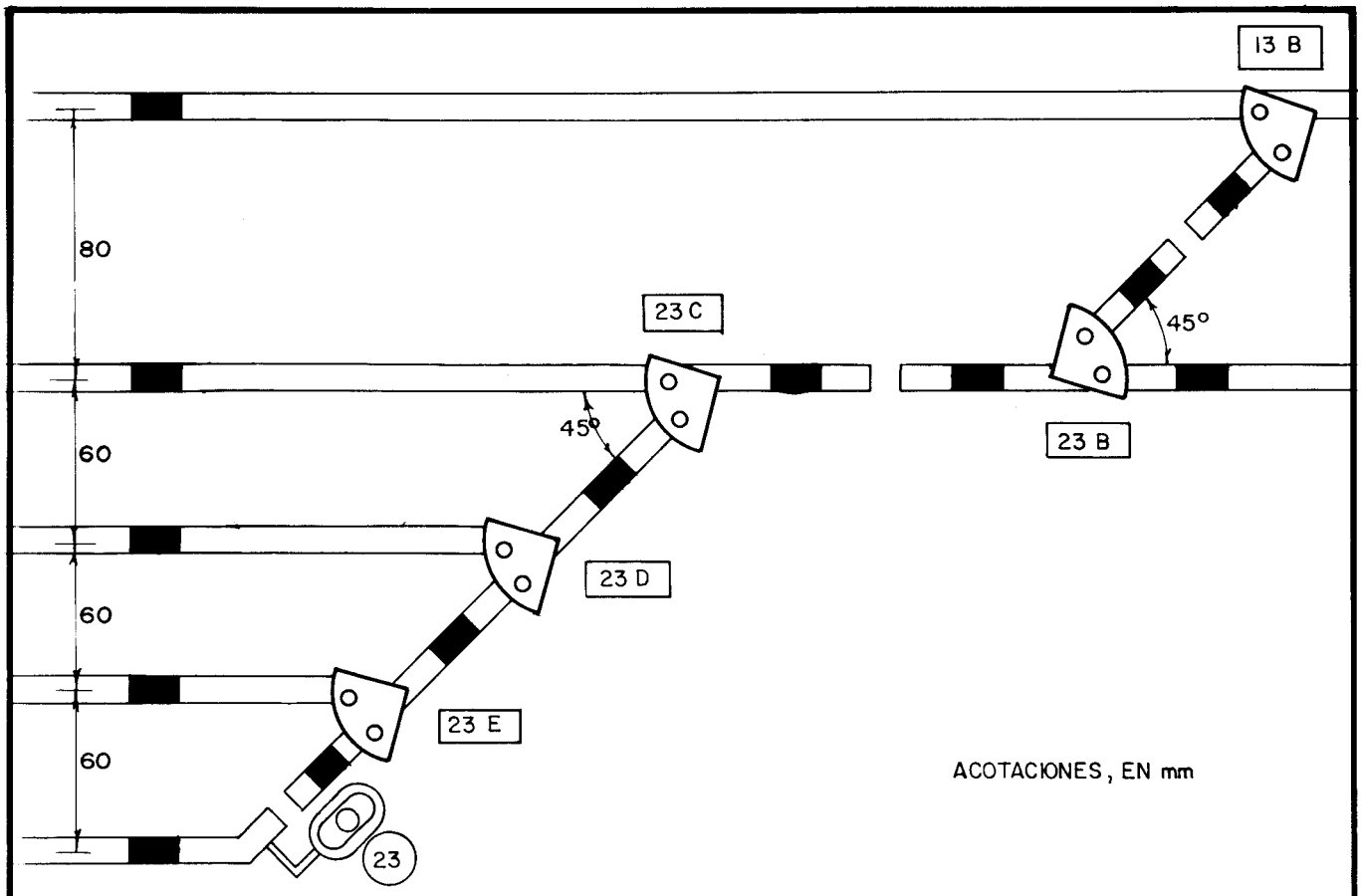


Fig 001 - 4 Terminal con más de dos vías

de 45°, excepto en terminales de dos vías que tendrán otra representación.

— Las agujas serán representadas por figuras semitriangulares en las que se ubicarán dos indicadores blancos que den la posición derecha o izquierda del aparato de vía.

— Una señal será representada por un figura en la que un solo indicador luminoso se encenderá en blanco, verde o rojo según el estado de la señal.

— Para los indicadores de tres colores se utilizan lámparas de 4 W y para los otros de 2 watts.

— Los indicadores de zona serán de 10 mm de largo, centrados, entre dos juntas aislantes, una junta aislante y una aguja, una junta y el fin de una vía o entre dos agujas.

— Todos los segmentos de un CDV serán visualizados por un solo indicador, excepto en aparatos de vía y en caso de imposibilidad (segmentos muy pequeños). Para todas las posiciones donde un tren pueda normalmente estacionarse, se adoptará una distancia constante entre señales encuadrantes; los andenes, el andador de maniobra y la fosa de visita tendrán la misma longitud.

— Los números de CDV serán inscritos del lado interior de las vías; los de agujas del lado vía directa, y los de señales en el eje del indicador perpendicular a la vía. El nombre de la estación no se inscribirá.

— Para el mueble en dos partes donde el TCO está más alejado del operador los diámetros de indicadores y las inscripciones serán más grandes para obtener una mejor visibilidad.

Platina del pupitre. Representará la totalidad de los órganos de mando y su control que serán dispuestos en una matriz donde los horizontales son característicos de un CDV de origen y los verticales característicos de un CDV de destino de itinerario. Las características generales de estos órganos son las siguientes:

— Botones de mando de itinerarios; serán implantados en la intersección de horizontales y verticales correspondientes y serán de dos tipos: botones con lámpara incorporada y sin lámpara.

— Los botones de mando con lámpara incorporada serán utilizados para el mando de itinerarios y funciones especiales, y se compondrán de: pantalla, caja, unidad interruptora y seguros de montaje. La implantación de los botones será de acuerdo a las indicaciones del proyecto.

— Botones de destrucción de itinerarios. Son comunes a los itinerarios del mismo destino, por lo cual están situados en el extremo inferior de las verticales; la naturaleza de la destrucción de urgencia será determinada por una acción sobre el botón de urgencia, situado en la extremidad derecha de la línea horizontal de botones de destrucción.

— Funciones especiales, mando del trazo permanente, destrucción del trazo permanente, autorización de salida, etc., serán agrupados a la derecha de la platina.

Todos los órganos eléctricos del TCO y pupitre serán conectados entre sí por un cableado eléctrico realizado con alambres de fuerte aislamiento (policloruro de vinilo) y cable de cobre.

Los cableados internos del pupitre y TCO serán conectados a los elementos exteriores de mando por medio de un bornero de repartición.

001.C.04 MUESTREO

1. Señales, unidades luminosas de 125 y 160 mm de diámetro

   — Las pruebas descritas en 001.C.05 (1.a y 1.b) se efectuarán como mínimo en el 10 por ciento de los aparatos presentados para recepción. La prueba citada en 001.C.05 (1.d) se practicará sobre el 100 por ciento de los aparatos.

   — Si el 5 por ciento de los aparatos presentados en recepción no son conforme a las condiciones previstas, el lote entero será rechazado.

   — Todo aparato que no cumpla las condiciones impuestas será rechazado.

2. Circuito de vía conexiones inductivas (CÍ) 1400 A y 2000 A

   — Los aparatos se presentarán en recepción por lotes del 50 por ciento del total requerido salvo otra proposición que presente el proveedor y que sea aprobada por el Representante.

   — Las pruebas indicadas en 001.C.05 (4 b, 4 h y 4 i) se efectuarán sobre todos los aparatos.

   — Las pruebas establecidas en 001.C.05 (4c, 4d y 4e) se efectuarán a 10 aparatos de cada lote.

   — Las pruebas indicadas en 001.C.05 (4 f y 4 g) se practicarán sobre un aparato de cada fabricación nueva.

3. Relevadores de los puestos de maniobra

   a) Los aparatos se presentarán para su recepción en lotes de cada tipo y se les realizará lo siguiente:

      — Prueba de rigidez dieléctrica.

      — Medición de la resistencia eléctrica del embobinado.

      — Medición de las tensiones límite de atracción y de caída de los relevadores.

      — Verificación del ajuste de los contactos.

Cualquier aparato que no responda a estas condiciones será rechazado.

b) Si de un lote, el 5 por ciento de los aparatos no responde a las condiciones indicadas, la totalidad del lote será rechazado.

c) Por otro lado, del conjunto del suministro serán dos aparatos de cada tipo en los que se realizarán las pruebas siguientes:

— Medición de la resistencia de los contactos.

— Eventualmente (para los contactos de reposo) una prueba de no traslapo (o "brincoteo").

d) Si un aparato no respondiera a las condiciones de no traslapo, el suministro de este tipo de aparato será rechazado.

e) Si las pruebas de resistencia de contacto no resultaran satisfactorias, se procederá a un nuevo muestreo, pudiendo ser rechazado el suministro de este tipo de aparato.

001.C.05 PRUEBAS

Salvo indicación contraria y en forma general, los equipos que integran el sistema de señalización serán sometidos a pruebas en fábrica, que serán efectuadas por el fabricante conjuntamente con el Representante y en las que el fabricante quedará totalmente responsable de la conformidad de los materiales y su funcionamiento hasta la recepción de las instalaciones. Estas pruebas se efectuarán en las dos fases siguientes:

— Pruebas de los materiales más importantes de la instalación; cables, relés, tarjetas electrónicas, motores de aguja, etc. Estas pruebas tendrán por objeto verificar la calidad de los materiales y su conformidad con estas especificaciones. Se llevarán a cabo de acuerdo con fichas de pruebas elaboradas por el fabricante y sometidas para su aprobación y eventuales complementos por el Representante, un mes antes de las pruebas.

— Pruebas técnicas y funcionales del puesto en línea simulada, utilizando un simulador que también deberá ser aprobado por el Representante. Tienen por objeto, verificar la calidad de los equipos y la conformidad de sus características técnicas y funcionales. Serán precedidas por una visita técnica detallada a los equipos durante la cual serán examinados el aspecto de los equipos, la tecnología de realización, etcétera.

Las pruebas técnicas se efectuarán de acuerdo con un pliego de pruebas técnicas, establecido por el fabricante y sometido para su aprobación al Representante 30 días antes de las pruebas.

En forma particular cada equipo se someterá a las pruebas que a continuación se indican:

1. Señales, unidades luminosas de 125 y 160 mm de diámetro

a) Medición de la intensidad luminosa en el eje óptico y eje geométrico en el plano horizontal y el plano vertical. Colocar la unidad luminosa en el centro geométrico de la pantalla y alimentar la lámpara-patrón bajo la tensión que proporcione una intensidad luminosa de 11 candelas. La intensidad luminosa medida deberá ser superior al mínimo indicado en la tabla 001-2.

La base orientable que puede girar alrededor de su eje vertical estará provista de un sector graduado para medir los ángulos de rotación.

Girar el soporte de manera de obtener el máximo de intensidad luminosa; el eje óptico de la señal está entonces centrado sobre el eje geométrico de la pantalla.

La distancia entre el eje óptico y el eje geométrico del foco no deberá rebasar 0.25°.

b) Medición de la intensidad luminosa al límite de la divergencia horizontal. Una vez que se haya vuelto a alinear la unidad luminosa sobre el eje geométrico, girar el soporte hacia la derecha y luego hacia la izquierda en un ángulo igual a la mitad de la divergencia.

Para cada posición, medir la intensidad luminosa; las dos medidas deberán ser superiores al mínimo indicado en la tabla 001-2 y su diferencia no deberá rebasar el 15 por ciento.

c) Medición de la intensidad luminosa al límite de la divergencia vertical. Efectuar las mismas mediciones, pero esta vez desplazando la unidad luminosa hacia arriba y luego hacia abajo una misma distancia correspondiente a la mitad de la divergencia (una distancia de 10 m corresponde a un desplazamiento de 17.45 cm).

Para cada posición, medir la intensidad luminosa; las dos medidas deberán ser superiores al mínimo indicado en la tabla 001-2 y su diferencia no deberá rebasar el 15 por ciento.

d) Rigidez dieléctrica. Deberá poderse aplicar durante 15 segundos una tensión alterna senoidal de 2000 V (frecuencia de 60 Hz), sin rupturas ni deterioros en cada una de las partes conductoras del soporte de la lámpara y de cualquier otra parte metálica de la misma.

e) Los vidrios de las unidades luminosas serán presentados para su recepción en el estado de entrega y serán sometidos individualmente a la prueba de tinte descrita a continuación:

001.C.05.a Prueba de tinte

El material necesario para la prueba de tinte comprende:

— Un fotoscopio "B-M" cuya descripción está dada en la fig 001-11.

— Una serie de pantallas selectivas constituidas por filtros cromáticos Wratten.

Nota: Las pantallas selectivas serán diferentes a los patrones de tinte.

En la tabla 001-7 se presentan las pantallas selectivas necesarias; se incluye la notación simbólica, el color de la pantalla y su composición.

Las curvas espectrales de transmisión de estas pantallas se han dibujado en las figs 001-5 a 001-8.

Sobre las gráficas serán representadas, para cada color de vidrio, las curvas espectrales de transmisión de las pantallas selectivas necesarias para la prueba de tinte. Las longitudes de onda están expresadas en milimicras (1 $m\mu = 1 \times 10^{-6}$ mm). Las curvas de las pantallas cuyo símbolo lleva el signo (+), están trazadas en líneas interrumpidas (---). Las curvas de las pantallas cuyo símbolo lleva el signo (−), están trazadas en líneas mixtas (—•—•).

Las curvas de las pantallas cuyo símbolo lleva el subíndice 0, están trazadas en líneas llenas (———).

Fuente luminosa del fotoscopio

La fuente luminosa del fotoscopio es una lámpara eléctrica incandescente con las siguientes características:

Material del filamento ___ tungsteno

Atmósfera _____ gaseosa

Ampolla _____ vidrio ópalo

Consumo nominal _____ 100 W

Tensión nominal _____ 110 V

Flujo total _____ 1350 Lumenes "Internacional"

Temperatura de color ____ 2870 K (3043°C)

Ajuste del fotoscopio

Mirando por el visor del ocular del fotoscopio, se ven tres áreas luminosas formando tres cuadrados yuxtapuestos, E_1, C y E_2 (fig 001-9).

A causa de la simetría del aparato, las dos áreas extremas E_1 y E_2 estarán siempre iluminadas con igual intensidad.

Maniobrando la varilla de ajuste, se hace variar la iluminación relativa del área central C con respecto a la iluminación de las áreas extremas (ver fig 001-9) parecerá menos iluminada en una parte de la curva del trayecto de ajuste (1), más iluminada en la otra parte (2) y existirá una posición intermedia donde las tres áreas aparecen igualmente iluminadas (3). En esta posición será donde el fotoscopio quede ajustado.

Posición de los patrones de tinte y del vidrio por probar

Los patrones de tinte y el vidrio por probar están colocados sobre el fotoscopio de manera que se encuentren interpuestos (fig 001-10).

El patrón claro, sobre el trayecto de la luz iluminando el área extrema E_1.

El patrón oscuro, sobre el trayecto de la luz iluminando el área extrema E_2.

El vidrio a probar, sobre el trayecto de la luz iluminando el área central C.

Posición de las pantallas selectivas

Las pantallas selectivas se colocan inmediatamente atrás del visor del ocular, de manera que la visión de las áreas se haga por en medio.

Método de prueba - Resultados

Estando ajustado el fotoscopio se ubican los patrones de tinte y el vidrio por probar.

La prueba comprende una serie de pruebas eliminatorias; un vidrio pasará a la prueba siguiente si no ha sido rechazado en las pruebas precedentes y será aceptado definitivamente sólo después de haber pasado la última prueba.

PRIMER CASO. Vidrios de cualquier color (excepto blanco lunar)

a) Observación directa (Sin pantalla selectiva):

El área central C no deberá estar más iluminada que el área extrema E_1, ni menos iluminada que el área E_2. Si la comparación se vuelve dudosa por una heterocromía marcada, el vidrio será rechazado.

Tabla 001-7. Pantallas selectivas

Juego necesario para la verificación de los vidrios	Símbolo	Color	No. de catálogo	Símbolo	Color	No. de catálogo	Símbolo	Color	No. de catálogo
Rojo	R+	Rojo	89	R−	Amarillo	90	Ro	Verde	65
Amarillo	J+	Amarillo	12	J−	Verde	65	Jo	Azul	49
Verde	G+	Verde	65	G−	Amarillo	90	Go	Rojo	89
Blanco lunar	V+	Morado	34	V−	Verde	62			

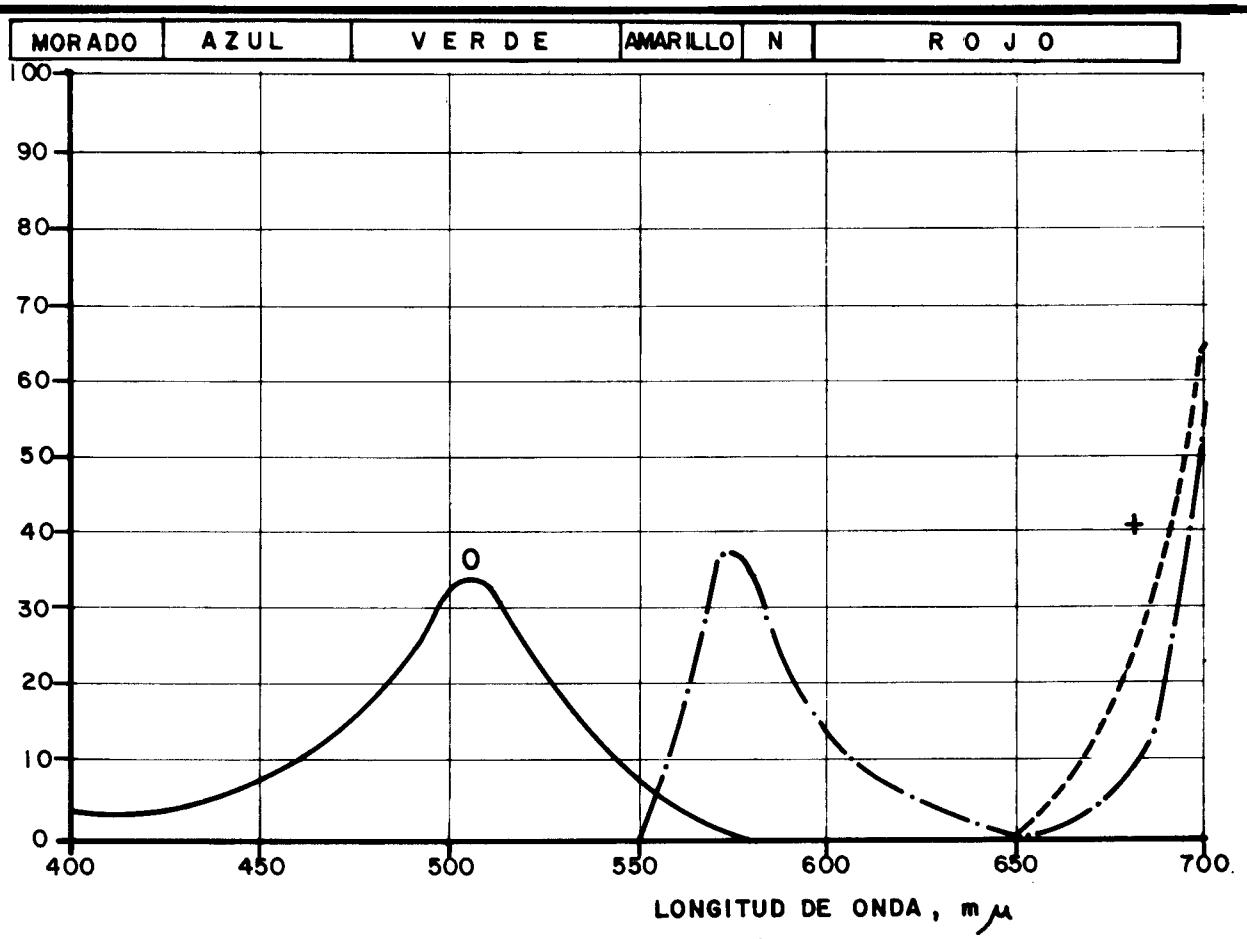


Fig 001-5 Curva espectral de transmisión. Pantalla con vidrio rojo

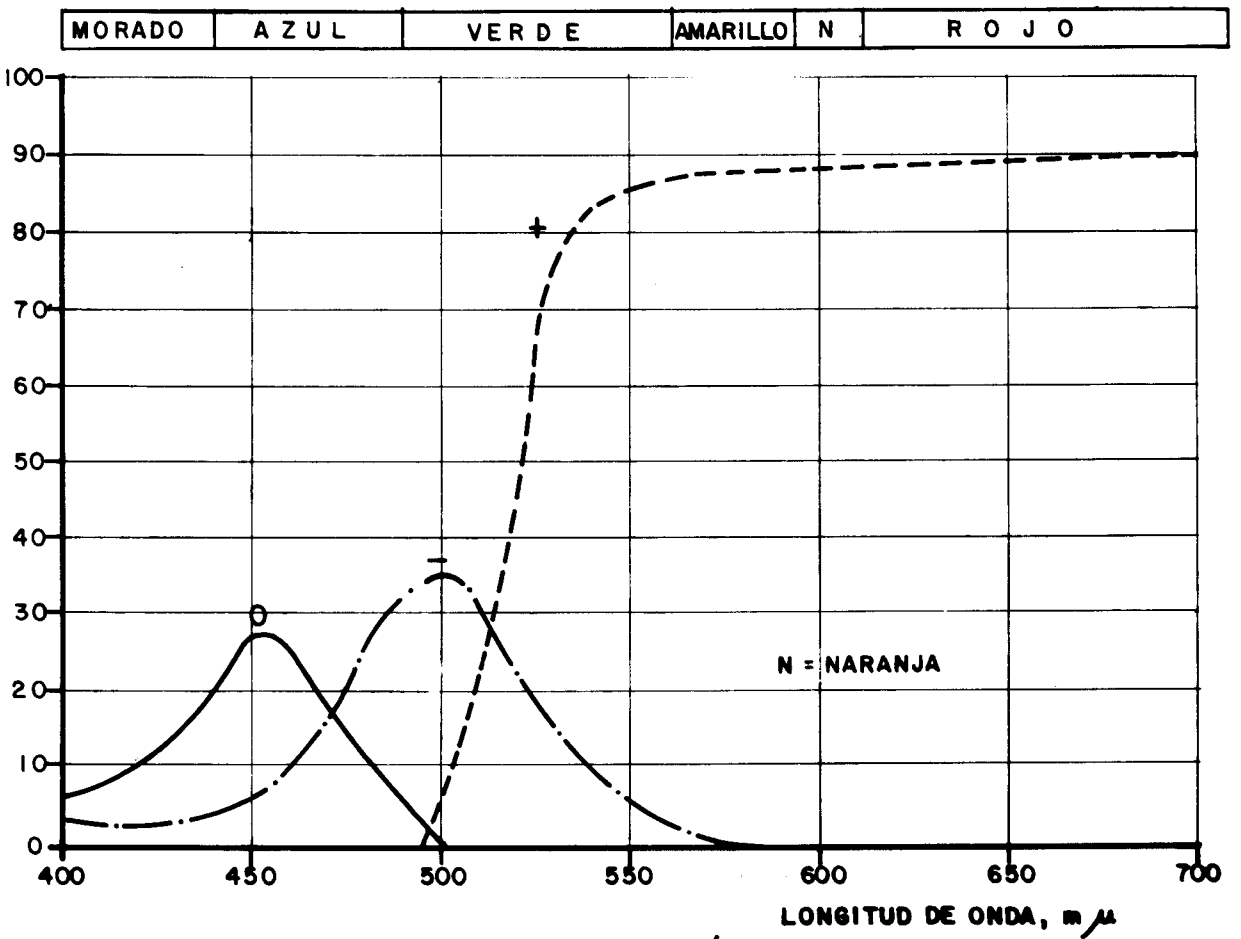


Fig 001-6 Curva espectral de transmisión. Pantalla con vidrio amarillo

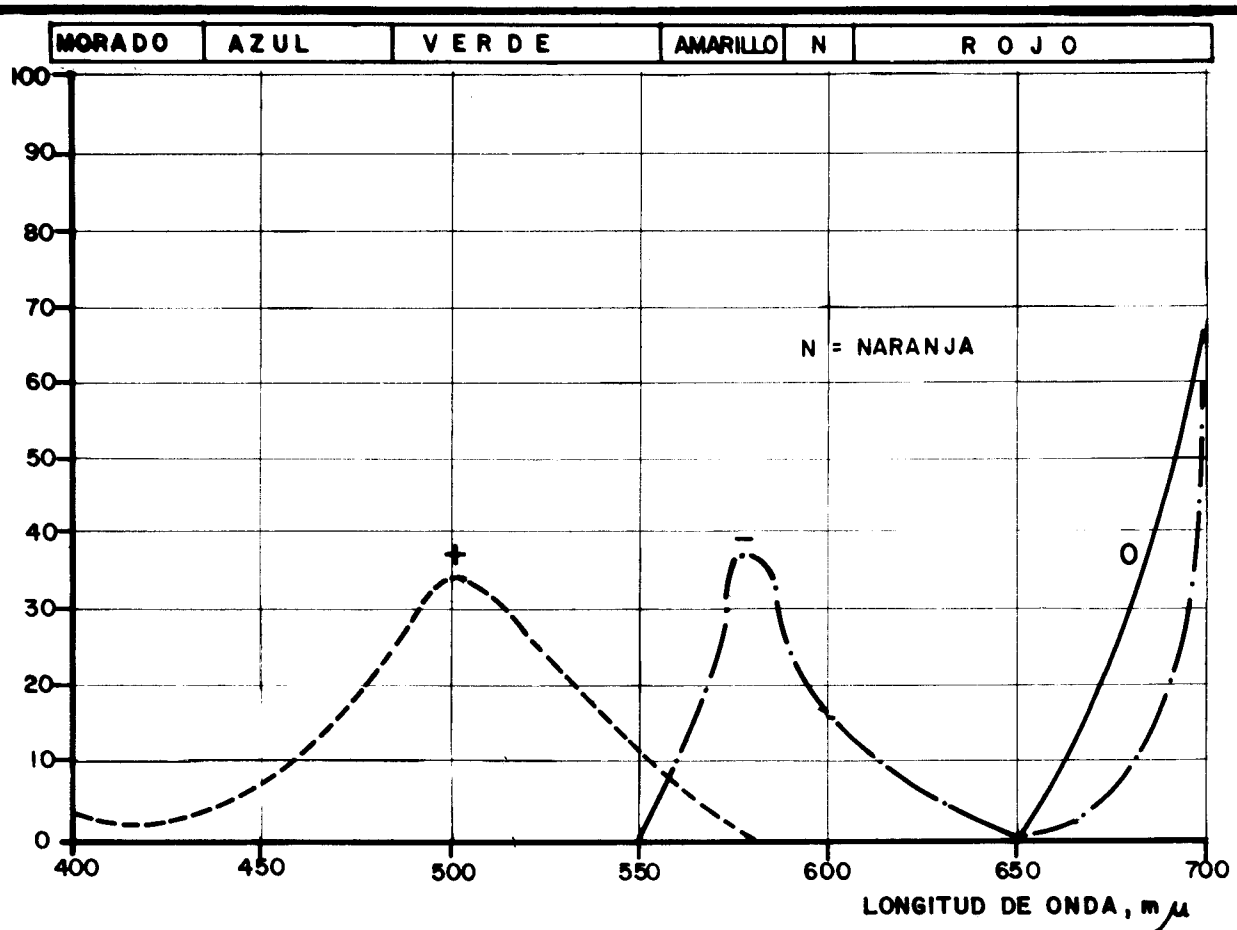


Fig 001-7 Curva espectral de transmisión. Pantalla con vidrio verde

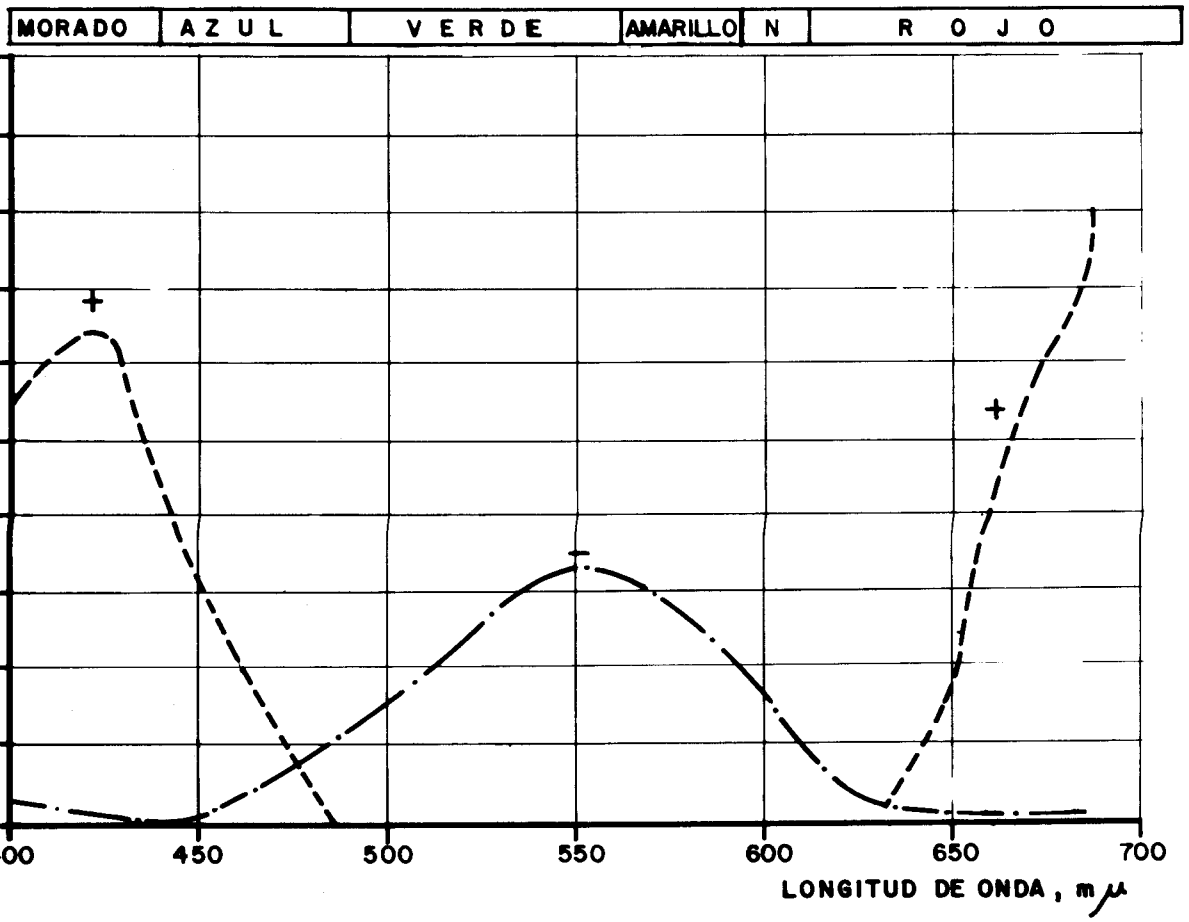


Fig 001-8 Curva espectral de transmisión. Pantalla con vidrio blanco lunar y blanco azulado

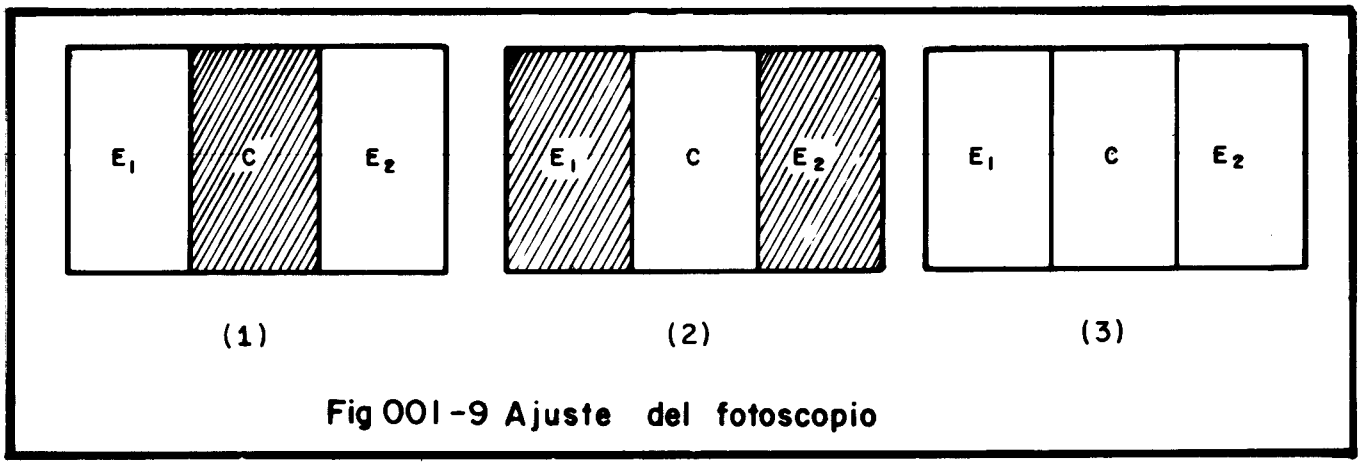


Fig 001-9 Ajuste del fotoscopio

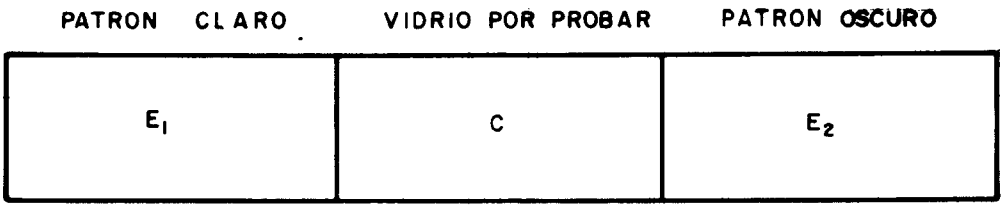


Fig 001-10 Posición de los patrones y del vidrio a probar

b) Observación por medio de la pantalla selectiva cuyo símbolo lleva el signo (+):

El área central C deberá estar por lo menos tan iluminada como el área extrema E_2.

c) Observación por medio de la pantalla selectiva cuyo símbolo lleva el signo (−):

El área central C no deberá estar más iluminada que el área extrema E_1

d) Observación por medio de la pantalla selectiva cuyo símbolo lleva el subíndice 0:

El área central C deberá estar oscura.

SEGUNDO CASO Vidrios blanco lunar

a) Observación directa (Sin pantalla selectiva):

El área central C no deberá estar más iluminada que el área extrema E_1, ni menos iluminada que el área extrema E_2. Si la comparación se vuelve dudosa por una heterocromía marcada, el vidrio será rechazado.

b) Observación por medio de la pantalla selectiva V +:

El área central C deberá estar por lo menos tan iluminada como el área extrema E_2.

c) Observación por medio de la pantalla selectiva V−:

El área central C no deberá estar más iluminada que el área extrema E_1.

001.C.05.b Fotoscopio "B-M"

El cuerpo del fotoscopio (fig 001-11) es una caja paralelepípeda cerrada. En la descripción que sigue una de las pequeñas caras de la caja se llamará "delantera", la cara opuesta "trasera", y el eje longitudinal "eje del aparato".

La delantera está perforada a la mitad de la altura, con tres ventanas cuadradas: una ventana central, en el eje del aparato, y dos ventanas laterales simétricamente colocadas con respecto a la primera.

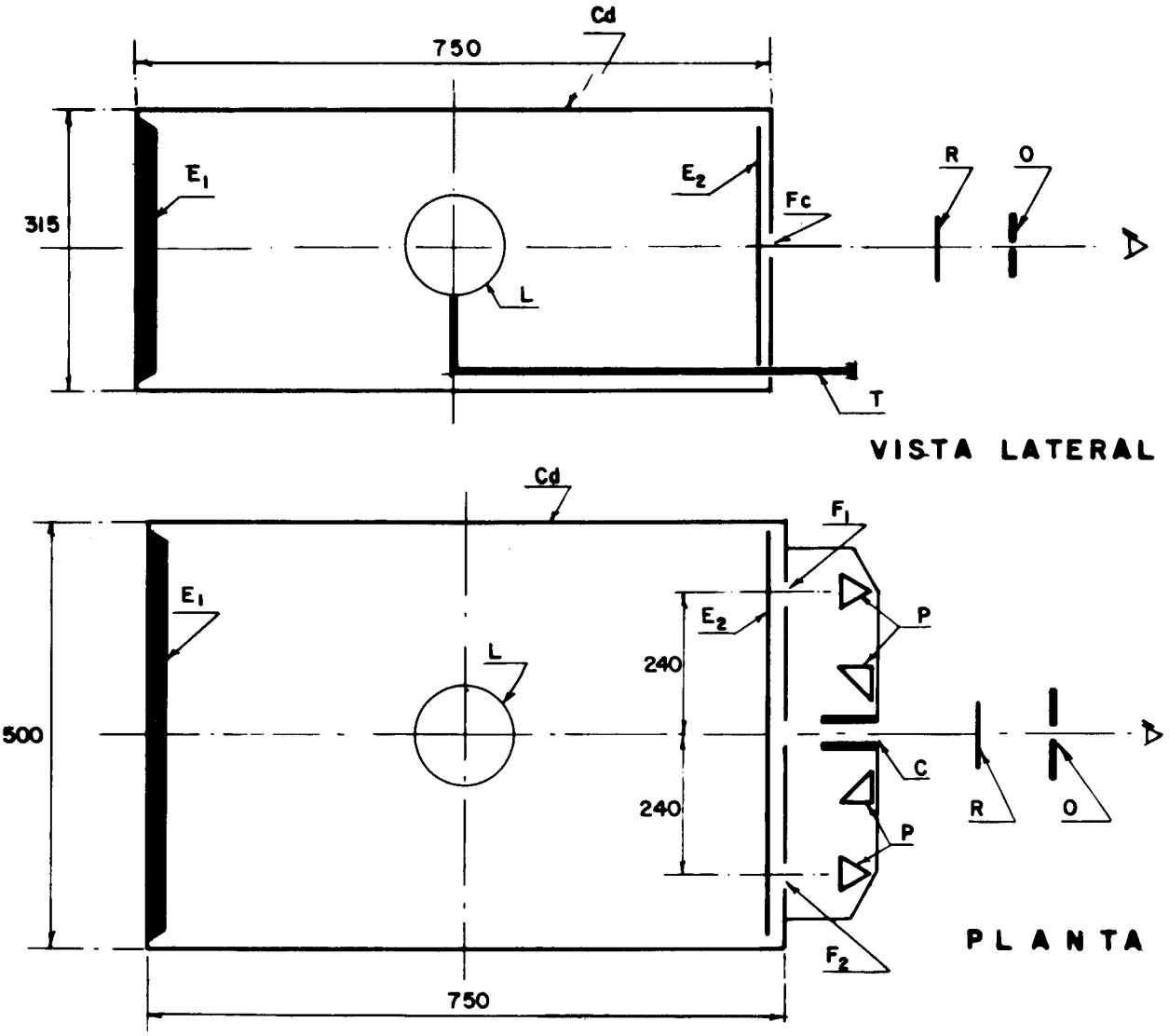
Todo el interior de la caja estará pintado de blanco. La delantera está doblada internamente por una pantalla de vidrio ópalo en la cual están recortadas dos aberturas en frente de las dos ventanas laterales.

La trasera está doblada en una pantalla semejante, pero continua.

La fuente luminosa se ajusta a voluntad entre la delantera y la trasera siguiendo el eje del aparato. La lámpara eléctrica incandescente de vidrio ópalo que la constituye está fijada a una varilla cuya extremidad, saliendo del aparato, forma una perilla de maniobra.

Para un observador colocado a alguna distancia delante de la caja las dos ventanas laterales aparecen igualmente iluminadas por razón de simetría, cualquiera que sea la posición de la lámpara.

Sin embargo, la iluminación relativa entre la ventana central y las ventanas laterales varía con la posición



C CUBO DE ABSORCION
Cd CAJA DIFUSORA
Fc VENTANA CENTRAL
F_1, F_2 VENTANAS LATERALES
E_1, E_2 PANTALLAS EN VIDRIO OPALO
L LAMPARA ELECTRICA INCANDESCENTE (VIDRIO OPALO)
T VARILLA DE AJUSTE
P PRISMAS DE REFLEXION TOTAL
O VISOR DEL OCULAR
R REGLETA O RULETA SOPORTE DE PANTALLAS SELECTIVAS

Fig 001-11 Fotoscopio "B-M"

de la lámpara según que esté cerca de la pantalla anterior o de la pantalla posterior; la ventana central está más o menos iluminada que las ventanas laterales y, a una cierta posición intermedia, las tres ventanas tienen la misma iluminación. En está posición es cuando se dice que el fotoscopio está "ajustado".

Para volver al contraste más sensible, un sistema de prismas de reflexión total devuelve en adyacencia óptica las dos ventanas laterales con la ventana central, de manera que el observador, observando por el visor del ocular cuya línea de mira está en el eje de la ampolla, percibe tres áreas luminosas yuxtapuestas, las cuales, cuando el aparato está ajustado, están igualmente iluminadas.

Para comparar con el fotoscopio ajustado el tinte de un vidrio, con el de un patrón claro y con el de un patrón oscuro, se interpone el vidrio frente a la ventana central y cada patrón enfrente de una de las ventanas laterales.

Las pantallas selectivas sirviendo al análisis cromático están interpuestas atrás del visor del ocular. Para comodidad de las operaciones, están insertadas en una paleta donde se ordenan en línea recta o en círculo, según que la paleta tenga la forma de una regla o de un cuadrante.

1. Indicadores diversos

a) Rigidez dieléctrica. A los indicadores de velocidad y a los de servicio provisional se les

realizará la prueba aplicando una tensión alterna senoidal de 600 V y 60 Hz durante 15 segundos. No deberán presentarse deterioros ni arcos de corriente entre la caja metálica y las partes bajo tensión eléctrica de los portalámparas.

b) Para los indicadores de dirección la prueba de rigidez dieléctrica se realizará igual a la citada en el párrafo anterior y no deberán presentarse deterioros ni arqueos de corriente entre ninguna de las partes conductoras de los portalámparas ni entre las partes metálicas del indicador.

2. Circuito de vía con conexiones inductivas (CI); relevadores de vía

a) Prueba de arqueo. Empleando una fuente de corriente continua, los dos elementos que forman el contacto se calientan con un arco de 115 V, 2 A, y entre 1.5 y 2 mm de longitud. Las pruebas consistirán en cuatro emisiones de corriente con una duración de dos segundos cada una. La polaridad se invierte después de las dos primeras emisiones. A continuación se harán dos emisiones más de cinco segundos de duración cada una, invirtiendo la polaridad después de la primera emisión.

Después de cada emisión, los contactos se cierran, se dejan enfriar y se verifica que la intensidad de caída o de atracción, en el caso de utilizar contactos de reposo insoldables, tiene un valor semejante al original antes de la prueba de insoldabilidad.

b) Pruebas de descarga de condensador. Los dos elementos que forman el contacto se conectan a las armaduras de una batería de condensadores de 200 microfarads (dos elementos de papel de 100 microfarads más o menos 5 por ciento, en paralelo). Los condensadores se cargan con una tensión de 300 V de corriente continua y por aproximación se descargan en los dos elementos del contacto.

No deberá resultar ninguna adherencia apreciable. La prueba se repite 10 veces consecutivas en cada contacto, invirtiendo la polaridad cuando se pasa de un contacto a otro después de cada serie de pruebas.

La resistencia inicial de los contactos no deberá ser superior a 0.03 ohms para una presión normal de 30 gramos; la resistencia promedio durante una prueba de 200 000 maniobras con una frecuencia de 10 maniobras por minuto no deberá ser superior a 0.1 ohms. Se efectuarán 20 mediciones después de cada intervalo de 10 000 maniobras.

Los contactos deberán normalmente ser capaces de interrumpir una corriente alterna de 3 A con 24 V y una corriente de 0.6 A con 120 V, e igualmente permitir el paso de una corriente de 3 A en régimen continuo, o de 5 A durante 30 segundos, todo esto sin calentamiento perjudicial.

c) Pruebas de fatiga. El mecanismo del relevador deberá tener una vida que corresponda por lo menos a 2×10^6 maniobras.

— Durante el curso de estas 2×10^6 maniobras, la sensibilidad de los aparatos no deberá variar más allá de $\pm$ 20 por ciento con respecto a su valor inicial.

— La corriente mínima de atracción no deberá aumentar en más de 10 por ciento con respecto a su valor inicial.

— La corriente de caída o abertura no deberá disminuir más del 15 por ciento a su valor inicial.

d) Pruebas de recepción

Estas pruebas las efectúa el fabricante en sus talleres, quien proporcionará los aparatos de medición y la mano de obra necesarios. Las pruebas serán las siguientes:

— Verificación de las características generales. Dimensiones generales, fabricación, abertura y cierre simultáneos de los contactos.

— Rigidez dieléctrica. Para esta prueba se aplicará una tensión alterna senoidal de 2000 V eficaces y 60 Hz entre los bornes de cada uno de los circuitos, y entre todos los otros bornes reunidos entre sí y la masa del aparato, durante un minuto; el relevador deberá resistir esta prueba.

— Espesor dieléctrico en aire. Debe verificarse que haya una separación mínima de 4 mm entre cualquier parte metálica no aislada que pueda ligarse a un circuito exterior y otra parte metálica no aislada formando parte de un circuito diferente.

— Mediciones de las tensiones o intensidades de compresión. Se efectuarán en el momento en que la armadura entra en contacto con el tope de trabajo.

— Mediciones de las tensiones e intensidades de caída. Las características medidas deberán estar conforme a las indicaciones de la tabla correspondiente, siendo válidas para cualquier temperatura comprendida entre 243 K (−30°C) y 343 K (70°C).

3. Conexiones inductivas 1400 A y 2000 A

a) Pruebas de recepción. Las operaciones de recepción serán efectuadas en los talleres del proveedor, quien deberá suministrar los aparatos de medición, la corriente, la mano de obra y todo lo necesario para realizar dichas pruebas.

b) Rigidez dieléctrica (en frío). La prueba se llevará a cabo aplicando durante 60 segundos una corriente alterna de 60 Hz de:

— 3000 V efectivos entre los diferentes embobinados y la masa.

— 3500 V efectivos entre los embobinados de barra y los embobinados de cable delgado.

— 1500 V efectivos entre los diferentes embobinados de cable delgado.

c) Impedancia del embobinado de cable grueso

El valor de la impedancia (en ohms y grados), medido bajo 15 V, 60 Hz, será previamente especificado por el fabricante para la conexión patrón; las conexiones por recepcionar serán sometidas a prueba mediante el método de comparación.

Las tolerancias admitidas son:

$\pm$ 5% sobre el módulo.

$\pm$ 2% sobre el argumento.

d) Resistencia de los embobinados de cable grueso y cable delgado en corriente continua.

La resistencia del embobinado de cable grueso no deberá ser superior a la indicada por el fabricante después de realizarse la conexión patrón. Además, los valores de la resistencia de cada semiembobinado de cable grueso de una misma conexión inductiva, no deberán tener una diferencia mayor de 3 por ciento.

La tolerancia admitida en el valor de la resistencia del embobinado de cable delgado, respecto a la indicada por el fabricante, es de + 5 por ciento.

e) Variación de la impedancia del embobinado de cable grueso con el desequilibrio

La variación máxima en la impedancia del embobinado de cable grueso para la corriente de desequilibrio, especificada anteriormente, se mide tanto en módulo como en argumento. La variación máxima será del 25 por ciento para conexiones inductivas (CI) 1400 A y 2000 A bajo corrientes de desequilibrio de $\pm$ 75 A y $\pm$ 105 A, respectivamente.

f) Calentamiento. La medición del calentamiento se hará con el método de variación de resistencia. Este método consiste en deducir la temperatura de un embobinado, partiendo del aumento de su resistencia óhmica por medio de la expresión siguiente:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} = \frac{t_2 + 1/\alpha}{t_1 + 1/\alpha} = \frac{t_2 + 234.5}{t_1 + 234.5}$$

R_1 representa la resistencia del embobinado antes de la prueba; el embobinado se encuentra a la temperatura t_1.

R_2 representa la resistencia medida al término de la prueba, encontrándose el embobinado a la temperatura t_2.

Se le deduce el valor del calentamiento Δt:

$$\Delta t = t_2 - t_a =$$

$$= \frac{R_2}{R_1}(t_1 + 234.5) - (234.5 + t_a)$$

donde

t_a Temperatura en grados Celsius del aire de enfriamiento al término de la prueba.

La temperatura al término del ciclo de carga definido anteriormente, no deberá ser superior a 453 K (180°C).

Además, con la conexión prototipo y la primera conexión de serie, se trazará:

— Un conjunto de curvas de calentamiento para diferentes intensidades (por ejemplo: para CI 1400 A, 1400, 1200, 1000 A y para CI 2000 A, 2000, 1750, 1400 y 1000 A) hasta alcanzar la temperatura de equilibrio o la temperatura máxima admisible.

— Un conjunto de curvas de enfriamiento partiendo de la temperatura máxima para diferentes intensidades (1200 y 1000 A, por ejemplo, para CI 1400 A y 1750, 1400, 1000 A para CI 2000 A).

g) Intensidad pico. No deberá producirse ninguna deformación de las espiras, ni deterioro de ningún tipo cuando el embobinado de cable grueso es atravesado durante 30 segundos por una corriente de 5000 A para CI 1400 A y de 8000 A para CI 2000 A inmediatamente después de la prueba de calentamiento a 1400 A (CI 1400 A) y 2000 A (CI 2000 A), se efectuará una prueba de rigidez dieléctrica.

h) Medición de la relación de transformación. Dado que el embobinado de barra es alimentado bajo una tensión de 15 V, 60 Hz, las tensiones recogidas en los diversos embobinados de cable delgado deberán ser iguales a los valores tipo $\pm$ 3 por ciento. Los valores tipo serán proporcionados por el fabricante.

i) Medición de impulsos. Las corrientes en los dos elementos del relé, en función de las condiciones de la prueba, deberán quedar comprendidas dentro de los límites determinados. Estos límites al igual que las condiciones de la prueba, deberán ser definidos por el fabricante.

4. Equipo de los puestos de maniobra (relevadores)

a) Relevadores retardadores (temporizados). Todos los relevadores retardadores se ajustarán entre 0 y 90 s a menos de que se especifique lo contrario.

b) Pruebas de arqueo. Utilizando una fuente de corriente directa de 2 A, 115 V, los dos elementos que forman el contacto se calientan con un arco de 1.5 mm a 2 mm de longitud. Las pruebas consistirán en cuatro emisiones de corriente con una duración de 2 s cada una.

La polaridad se invierte después de las dos primeras emisiones. A continuación dos emisiones con una duración de 5 s cada una, invirtiendo la polaridad después de la primera emisión.

Después de cada emisión los contactos se cierran. Se dejan enfriar y se verifica que la intensidad de caída o de atracción, en el caso de utilizar los contactos de reposo insoldables, tiene el mismo valor que antes de la prueba de insoldabilidad.

c) Pruebas de descarga del condensador: los dos elementos que forman el contacto se conectan a las armaduras de una batería de condensadores de 200 microfarads (dos elementos de papel de 100 microfarads ± 5 por ciento en paralelo).

Los condensadores se cargan con una tensión de 300 V de corriente continua, y por aproximación se descargan en los dos elementos del contacto. No deberá resultar ninguna adherencia apreciable. La prueba se repite 10 veces consecutivas en cada contacto, invirtiendo la polaridad cuando se pasa de un contacto a otro, después de cada serie de pruebas.

La carrera de los contactos deberá ser similar a los valores mínimos siguientes:

— Abertura de los contactos de trabajo al cerrarse los contactos de reposo: 1 mm.

— Abertura de los contactos de trabajo cuando la armadura está en reposo: 1.5 mm.

— Abertura de los contactos de reposo al cerrarse los contactos de trabajo: 1 mm.

— Abertura de los contactos de reposo cuando el relevador está en posición de compresión: 1.5 mm.

Al juntarse los contactos deben tener una carrera mínima de frotamiento de 0.2 milímetros.

— Contactos que interrumpen un circuito motor de aguja. Los contactos deberán construirse para ser capaces de operar los motores de aguja.

Estando el relevador excitado con la corriente de compresión se verifica que la resistencia inicial de los contactos no sea superior a 0.1 ohms; la medida se hace con una corriente continua de 5 amperes.

Se procede después sobre cada contacto a la ejecución de 200 000 maniobras con una frecuencia de ocho maniobras por minuto en las condiciones fijadas a continuación. La resistencia de cada contacto se verifica durante las pruebas, haciendo después de cada intervalo de 5000 maniobras, por lo menos cinco lecturas para cada contacto del relevador.

Excitando el relevador con la corriente de compresión, la resistencia deberá en promedio ser cuando mucho igual a 0.1 ohms por contacto y nunca mayor de 0.3 ohms en alguno de ellos. Las medidas se realizan con una corriente continua de 5 amperes.

— Sensibilidad. La sensibilidad de los relevadores se define como, la relación de la intensidad de caída directa a la intensidad de compresión directa, la que deberá ser, por lo menos, igual a 0.3

— Prueba de fatiga. El mecanismo del relevador deberá tener una vida que corresponda por lo menos a 10^7 maniobras.

— Durante el curso de estas 10^7 maniobras, la sensibilidad de los aparatos no deberá variar más allá de ± 20 por ciento con respecto a su valor inicial.

— La corriente mínima de atracción no deberá aumentar en más de 10 por ciento con respecto a su valor inicial.

— La corriente de caída o abertura no deberá disminuir más de 15 por ciento con respecto a su valor inicial.

d) Resistencia al frío. El diseño de la ventilación del aparato deberá ser tal que no pueda producirse hielo ni escarcha en las diferentes partes del relevador, ni en el interior de la caja.

e) Rigidez dieléctrica. Para esta prueba se aplicará una tensión alterna de por lo menos 2000 V eficaces y 60 Hz, entre cada circuito y el resto de circuitos reunidos entre sí a la masa del aparato. Esta tensión se aplicará en los bornes, en las tomas de corriente o en las colas de alambre por soldar, manteniéndola durante un minuto. La prueba se efectuará a una temperatura comprendida entre 258 K (−15°C) y 298 K (25°C).

Deberá existir una longitud dieléctrica en el aire, de por lo menos 4 mm, entre cualquier parte metálica ligada a un circuito exterior no recubierta de aislamiento y otra parte metálica en las mismas condiciones, o entre una de éstas y la masa del aparato.

f) Tratamiento de protección. Las partes metálicas se protegen contra la oxidación; los materiales empleados con este fin no deben fundirse, escurrir o agrietarse con variaciones de temperatura comprendidas entre 243 K (−30°C) y 343 K (70°C).

g) Tensión de funcionamiento. La tensión nominal de funcionamiento de los relevadores y basculadores es de 24 V en corriente continua. La tensión límite de atracción (compresión de los contactos de trabajo), será de 16 V. La tensión límite de caída (cierre de los contactos de reposo) será de 5 volts.

En los relevadores no deberán cerrarse los contactos de trabajo por efecto de la inercia, en el caso de que la alimentación de la bobina se interrumpa bruscamente en el momento en que los contactos de reposo se abren.

En forma más precisa, si se conecta la bobina de excitación del relevador en una fuente de tensión superior en 20 por ciento a la tensión nominal después de haber incluido en su circuito un contacto reposo del mismo relevador, éste deberá golpear sobre sus contactos bajos, sin riesgo de que se cierren los contactos de trabajo.

001.C.06 EQUIPOS DE SEGURIDAD

Además de cumplir en lo posible los requisitos antes establecidos, los equipos de nuevas tecnologías deberán satisfacer los requisitos y especificaciones que a continuación se indican.

001.C.06.a Equipos electromecánicos

Estas especificaciones precisan las condiciones particulares de concepción, instalación, suministro, garantía y homologación de los equipos de señalización como un sistema de seguridad.

1. Condiciones generales de realización

a) Equipos de seguridad. Cuando el sistema es susceptible de tener fallas o averías que pudieran provocar una situación peligrosa para la circulación de los trenes, entonces este sistema deberá contener todos los dispositivos necesarios para guardar el máximo nivel de seguridad.

Por lo anterior, un dispositivo se dice que es de seguridad cuando si por cualquier causa existiese una falla o defecto en los elementos que lo constituyen, esto no pueda provocar la salida de una información más permisiva que aquélla que sería dada si no hubiese defecto alguno.

b) Equipos de no seguridad. Serán aquéllos que no aseguren ninguna función de seguridad, por lo que, las consecuencias por causa de fallas o defectos de ellos o los elementos que los constituyen no serán tomadas en consideración.

— Fiabilidad

Equipos de seguridad. Los equipos de seguridad deberán tener una alta fiabilidad, ya que en caso de un incidente por falla de los equipos, será necesaria la intervención del factor humano, el cual podrá provocar una degradación a la seguridad. Por lo tanto, el proveedor del sistema de señalización deberá elaborar un documento donde explique la fiabilidad del sistema y las recomendaciones en función de su experiencia para mantener estos valores.

Equipos de no seguridad. El proveedor del sistema de señalización deberá indicar en el documento de fiabilidad, los equipos que no son de seguridad.

— Mantenimiento

El proveedor del sistema de señalización, deberá elaborar un documento de mantenimiento de los equipos donde se muestre que el sistema concebido es reparable y de fácil mantenimiento.

Este documento será realizado en tres niveles de intervención:

Cambio de módulos del mismo tipo (estandarizados).

Cambio de elementos del mismo tipo al interior del mismo módulo.

Reparación de elementos en falla.

2. Condiciones ambientales y de alimentación

a) Condiciones ambientales

— Temperatura ambiente. La temperatura ambiente que deberá tomarse en cuenta para el buen funcionamiento de los equipos deberá estar entre un mínimo de 258 K (−15°C) y el máximo de 343 K (+70°C).

— Grado higronométrico. Se deberá tomar como valor de la humedad relativa del aire ambiente entre el 30 y 90 por ciento.

— Vibraciones y choques mecánicos. El material y equipos de señalización deberán ser concebidos para resistir las vibraciones omnidireccionales caracterizadas por su nivel de frecuencia vibratoria (en hertz) y su amplitud. Estas vibraciones estarán en función del sitio donde es instalado el equipo, los cuales pueden ser:

El equipo embarcado sobre los carros del tren

El equipo embarcado dentro de las cajas o cofres.

El equipo en armarios o cajas sobre la vía.

El equipo fijado sobre los durmientes.

El equipo dentro de los locales técnicos.

— Sobretensión de origen atmosférico. Los equipos de señalización deberán estar protegidos contra las tormentas eléctricas (rayos) y sus características indirectas (inducciones, intermodulaciones, etc.), o residuales, entre las que hay que tomar en cuenta los siguientes:

Tensión pico	2 kV
Tiempo de subida	$\leq 1\,\mu s$
Duración a media amplitud	$50\,\mu s$
Resistencia interna del generador equivalente a	33 ohms

— Corriente de tracción. Los equipos e instalaciones de señalización deberán estar protegidos contra la corriente de tracción y las sobretensiones derivadas de ésta, así como de los ajustes de los disyuntores de los puestos de rectificación (PR).

— Otras condiciones. Los equipos de señalización deberán estar protegidos por medios adecuados contra los efectos eventuales debidos a la presencia de:

Polvo o limaduras susceptibles de ser magnetizadas.

Campos magnéticos y electromagnéticos que pudieran afectar el buen funcionamiento de los equipos o elementos que lo constituyen.

Aceite y grasas minerales en los equipos y material embarcado o en los instalados cerca de las vías.

Cargas estáticas.

Asimismo, los equipos de señalización no deberán emitir campos electromagnéticos o corrientes parásitas que puedan perturbar el buen funcionamiento de otros equipos adyacentes.

b) Condiciones de alimentación. El equipo de alimentación puede ser alimentado según las fuentes que a continuación se enuncian:

— Por medio de una fuente de corriente continua constituida por un banco de baterías (tipo acumulador) en flotación.

— Por una fuente de corriente alterna.

— Por una combinación de los dos modos de alimentación antes mencionados, utilizando un banco de baterías de emergencia y un rectificador que cargue a las baterías y alimente a los equipos que operen en corriente continua.

— Alimentación en corriente continua (CC).

Baterías tipo acumulador. Si las baterías de este tipo utilizadas para alimentar a los equipos de señalización tienen valores nominales de 8, 12, 24, o 72 volts, entonces, estas tensiones podrán tener las siguientes tolerancias límite:

Valor nominal, en volts	**Variación límite, en volts**
8	de 7.5 a 9.6
12	de 11.25 a 14.4
24	de 22.5 a 28.8
72	de 50.0 a 90.0

Además, los equipos instalados y alimentados en los locales técnicos deberán admitir una caída de tensión suplementaria debida a la resistencia del cableado en los circuitos de alimentación.

Esta caída de tensión tendrá los siguientes límites:

Para una batería de:	**Caída de tensión**
8 V	0.5 V
12 V	0.5 V
24 V	1.0 V

Baterías tipo pilas. El número de elementos en arreglo tipo serie, para formar una batería con pilas, se determina tomando en consideración la tensión nominal por elemento.

Además, habrá que tomar en cuenta la resistencia del cableado y la de los elementos de protección o seccionamiento, así como la resistencia de la fuente de 0.15 ohms, la cual es colocada en serie con la batería de pilas.

Conexión a masa de la alimentación en corriente continua. Como regla general, las baterías tipo acumulador o tipo pilas, destinados a la alimentación de equipos de seguridad, tendrán siempre sus polaridades aisladas de la masa.

En consecuencia, todos los equipos que están conectados en las vías, a líneas exteriores y a tierra, deberán incluir en sus circuitos de alimentación un aislamiento galvánico entre estas uniones.

En las especificaciones particulares de ciertos equipos, se podrá prever una derogación a esta regla si, estos equipos son alimentados por baterías tipo acumulador o tipo pila, los cuales están incluidos en el mismo tipo.

— Alimentación por una tensión alterna. Las tensiones alternas utilizadas para ciertos equipos de señalización están indicadas en las especificaciones particulares (especificación técnica).

En los equipos se pueden prever igualmente las tomas de ajuste para considerar las caídas de tensión de las líneas de distribución.

Todas las alimentaciones en tensión alterna, son susceptibles a ligeras variaciones en función de:

Su tensión nominal.

Su frecuencia nominal.

Por lo anterior, ciertos equipos pueden ser alimentados por generadores particulares; en este caso, las características (tensión y frecuencia) de estas fuentes serán definidas en las especificaciones particulares de cada equipo.

— Perturbaciones en las fuentes de alimentación

Baterías tipo acumulador. Las perturbaciones en las barras de distribución con este tipo de alimentador, tienen esencialmente como origen:

El funcionamiento de otros equipos alimentados por la misma batería, los cuales pueden generar ondulaciones a su frecuencia de funcionamiento, con sobretensiones.

El desconectado de la batería.

Las sobretensiones de origen atmosférico.

Los parásitos de la fuente de corriente alterna de alimentación en el transformador-rectificador.

Ondulaciones. Las tensiones ondulatorias medidas en los bornes de las barras de distribución de las alimentaciones, pueden ser las siguientes amplitudes medidas pico a pico.

1.0 V para una batería de 24 volts.

0.5 V para una batería de 12 volts.

0.33 V para una batería de 8 volts.

La impedancia interna del generador deberá ser baja ya que es considerada como un generador de tensión.

Desconectado de las baterías. En caso de desconectar las baterías, la tensión rectificada en doble onda a la salida del transformador rectificador podrá tener los siguientes valores de cresta:

35 V para una batería de 24 volts.

24 V para una batería de 12 volts.

16 V para una batería de 8 volts.

Como precedente, el generador equivale a considerar un generador de tensión.

Otras perturbaciones. Las perturbaciones más importantes, son aquéllas provocadas por los cortes de rayos atmosféricos (Ver sobretensiones de origen atmosférico).

Baterías tipo pilas. La tensión que entrega una batería tipo pilas no está sujeta a ningún tipo de perturbaciones.

c) Alimentaciones alternas

— Sobretensiones. Ver "Sobretensiones de origen atmosférico".

— Distorsiones. Tomando en cuenta la naturaleza de los equipos que estas fuentes alimentarán, la onda fundamental de la tensión suministrada puede ser fuertemente deformada. Esta distorsión estará definida en las especificaciones particulares de los equipos, si en el funcionamiento de éstos, existe el riesgo de ser afectados por la calidad de su alimentación:

— Defectos de las alimentaciones. Normalmente, las alimentaciones no son tratadas en seguridad; por lo que en los estudios de fallas sobre los circuitos de seguridad, el proveedor deberá tomar en cuenta no solamente las variaciones y perturbaciones normales de la alimentación, ya que existen, sino también fallas por defectos en la alimentación.

Las alimentaciones especiales que suministran energía a los circuitos de seguridad, deberán estar conectadas a una fuente primaria monofásica o trifásica según las necesidades de alimentación; éstas deberán estar provistas de un dispositivo que impida el funcionamiento con una o dos fases abiertas (disyuntores termomagnéticos, diferenciales, transformadores de intensidad, control de equilibrio de cargas y fases, etc.). El carácter de seguridad o no de estos dispositivos, dependerá de las hipótesis hechas cuando las condiciones de alimentación y de funcionamiento de los circuitos de seguridad, dependan de una alimentación especial.

Ya que las inversiones de fases son susceptibles de existir principalmente en las instalaciones originales, los equipos deberán estar protegidos contra este riesgo.

3. Condiciones para la elección y utilización de componentes

Para todos los casos, los componentes utilizados para los equipos de seguridad, deberán estar homologados bajo normas internacionales que avalen su utilización. En caso de ser un componente de nueva generación, tendrá que ser homologado bajo las especificaciones y normas internacionales que acrediten su buen funcionamiento en los equipos de seguridad.

Entre los organismos internacionales que certifican la calidad de los componentes, se tienen los siguientes:

CCITT	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
IEEE	Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica.
SNCF	Sociedad Nacional de Vías de Ferrocarril de Francia.
CCT	Comité de Coordinación de Telecomunicaciones.
UTE	Unión Técnica de Electricidad.
CEI	Comisión Electrónica Internacional.
CECC	Comité de Componentes Electrónicos.
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Electromecánica.

Calidad y fiabilidad de componentes

— Calidad. Los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos deberán ser elegidos sobre una lista que esté bajo el control de calidad aceptado por el Representante.

Los modelos susceptibles de homologación, serán admitidos en un proceso especial de recepción donde el Representante se reserva el derecho de analizar las listas de componentes utilizados en una nueva fabricación, a fin de aceptar el prototipo que será presentado para las pruebas correspondientes.

Las materias primas y la fabricación de componentes y equipos, deberán ser de primera calidad desde cualquier punto de vista.

El reemplazo de un componente o el cambio de proveedor de un componente, deberá contar obligatoriamente con la aprobación anticipada del Representante. El proveedor deberá informar a éste de cualquier cambio de componentes y materias primas (ya homologados) para que los analice y acepte si proceden.

— Especificación particular. La utilización de componentes que exige una selección particular de características, es en principio prohibida. Las derogaciones acordadas entre el proveedor y el Representante, para los casos en que se justifique, se realizarán durante el proceso de homologación.

— Componentes especiales. La utilización de componentes especiales de técnicas avanzadas o poco admitidos, se debe evitar en la medida de lo posible y un acuerdo anticipado deberá ser obtenido del Representante.

— Aprovisionamiento de los componentes. Los componentes deben ser aprovisionados, sea de procedencia directa del fabricante o de distribuidores oficiales.

Los componentes deberán obligatoriamente estar sometidos a un control de entrada en la fábrica según las especificaciones descritas en 001.C.06.a(3).

Por otra parte, para evitar posibles reclamos de estudios de nuevas homologaciones y para permitir asegurar las reparaciones de los materiales existentes, los componentes utilizados serán escogidos según por los cuales el fabricante ha obtenido de sus proveedores las mejores garantías en cuanto a perennidad de su fabricación.

— Categoría Climática. La categoría climática de los componentes debe permitir a los equipos funcionar dentro de las condiciones del medio ambiente definidas en 001.C.06.a(1) "Condiciones ambientales".

— Prescripciones particulares. Las prescripciones particulares de utilización de ciertos componentes, podrán ser definidas dentro de las especificaciones particulares.

— Tasa de carga. En todos los casos, los componentes deben ser utilizados dentro de los límites precisados por sus especificaciones, desde el punto de vista eléctrico, climático o mecánico; corresponde al fabricante tomar las precauciones útiles para que esos límites no sean sobrepasados en el momento de la utilización del equipo, dentro del medio ambiente ferroviario.

4. Montaje de los componentes. Cableado

a) Implantación de los componentes. La implantación de los componentes debe responder a las especificaciones siguientes (lista no exhaustiva):

— La implantación de los componentes no debe, en la medida de lo posible, conducir a un desequilibrio mecánico o térmico del conjunto.

— Ningún hoyo o travesía se deberá encontrar dentro del volumen teórico de dimensionamiento de un componente.

— Asegurar una accesibilidad cómoda para el mantenimiento y cambios estándar.

— Un componente debe estar distante de otro a menos de 1 a 4 mm, según haya o no una separación galvánica entre ellos.

— Los componentes deben estar fijados mecánicamente a un chasis o entre ellos, o por medio de ligas adaptadas al del tipo de componente.

b) Materiales, piezas mecánicas. Los conectores deberán responder a las calidades siguientes:

— Los conectores deberán ser a broches.

— El aislamiento entre broches deberá ser conforme a lo indicado en 001.C.06 "Aislamiento".

— El aislamiento entre broches y masa deberá ser conforme a lo indicado en 001.C.06 "Aislamiento".

— Los broches deberán ser aislados sobre todo su largo, fuera de la parte enchufable.

— Los broches deberán ser aislados de acuerdo a lo establecido en 001.C.06 que se refiere al punto enunciado como "otras condiciones".

— El conector deberá quedar montado-cerrado cuando existan vibraciones, conforme a 001.C.06 "Vibraciones y choques mecánicos".

— El conector deberá estar fijado mecánicamente sobre la armadura.

c) Soldadura. Todos los métodos podrán ser admitidos después de un control de calidad aceptado por el Representante.

d) Arreglo mecánico de los aparatos. Las cajas, cofres, conectores, etc., instalados en el suelo o montados en los carros, deben ser robustos como es la regla para todo material ferroviario.

Los aparatos provistos de su embalaje deberán poder sufrir, sin deterioro mecánico, ni alteración de sus características eléctricas, los golpes y vibraciones ordinarias durante su transportación.

Por otra parte, el material sin embalaje provisto, deberá llegado el caso, permitir que sus amortiguadores resistan, sin deterioro ni modificación de sus características eléctricas, los ensayes indicados en las normas en vigor, tomando en cuenta las condiciones mecánicas de utilización descritas anteriormente.

e) Ensamblaje de los elementos constitutivos de los aparatos. Cuando los elementos constitutivos de un aparato están reunidos únicamente a una parte fija por sus salidas, todas las disposiciones deben tomarse a fin de impedir los esfuerzos de tracción o compresión sobre los puntos de liga y para asegurar la protección de los puntos de soldadura.

En todos los casos, la fijación de estos elementos diferentes, deberá estar lo suficientemente rígida a fin de evitar toda posibilidad de contacto con otro elemento. En principio, toda pieza no aislada debe estar separada de cualquier otra pieza, cuando entre ellas exista

una diferencia de potencial, una distancia de 3 mm, en el aire.

Si no es posible asegurar esta distancia, las derogaciones serán fijadas por el Representante, pudiendo ser admitidas cuando las condiciones siguientes son satisfechas:

— Las piezas están sujetas a un chasis o a una parte fija no susceptible a deformarse.

— El contacto accidental entre las piezas cercanas a menos de 3 mm una de la otra, no se traducirá en un incidente contrario a la seguridad.

f) Uniones de los elementos constitutivos de un aparato. El enlace de los elementos internos de un aparato (conectores, bases, puntillas rebordeadas sobre placa aislante, etc.), es en principio efectuado por medio de soldadura, pero otros procedimientos pueden ser admitidos (conexiones punto a punto por clips, bases Fastón o similares) después de un acuerdo con el Representante.

Los órganos de liga utilizados deben asegurar el sostenimiento, en el lugar, de los elementos, en caso de defectos de la conexión y de no permitir un contacto intempestivo entre dos conductores normalmente aislados uno del otro, sobre todo, para los circuitos que aseguran funciones de seguridad.

g) Piezas mecánicas. Las diferentes piezas mecánicas están constituidas:

— En acero. Deben estar protegidas por niquelado (NiCu 20/Fe), por proceso electrolítico de zinc (Z 15 m) o por cadminizado (Cd 10). Las rondanas de tipo abanico son exclusivamente protegidas por cadminizado; los otros procesos tienen la reputación de volverse quebradizos. En el caso particular de los circuitos magnéticos, las inductancias o los transformadores, la protección es normalmente asegurada por el barniz de impregnación.

— En aleación de cobre. La aleación debe estar protegida por un niquelado (Ni 10/Cu), o proceso equivalente, si el contenido de cobre es inferior al 85 por ciento, o por duclanización, o proceso equivalente, para las piezas sobre las cuales los conductores deben ser ligados por soldadura.

— En aleación de aluminio. La aleación en principio es del tipo AS 13, vaciado Y10 o Y30; una protección por metalización de zinc (Zn40) podrá ser agregada.

Todas las disposiciones útiles deberán ser tomadas en cuenta a fin de evitar una acción electrolítica o electroquímica entre los materiales de naturaleza diferente que están en contacto; si llega el caso, una protección adecuada se debe prever.

h) Tornillos y pernos. Los tornillos y pernos son en principio en aleación de cobre, salvo si las piezas ensambladas son de aluminio, en aleación de aluminio o son de partes de aparatos electrónicos de material embarcado; dentro de los casos en cuestión la tornillería y pernos pueden (deben por los materiales embarcados) ser de acero, si éstos están protegidos contra una alteración eventual de la humedad atmosférica o si éstos son de acero inoxidable.

i) Presentación de los equipos

— Cuando los equipos son realizados en bloques funcionales, las posibilidades de ventilación, compatibles según el calentamiento admisible de los diversos componentes, dentro de las condiciones más severas de utilización, deben ser previstas.

Estos bloques pueden estar provistos de un dispositivo de sello de plomo si es necesario.

— Los orificios de paso de los conductores o de torones de conductores deben estar bien dimensionados, exentos de rebabas y no deben tener esquinas puntiagudas.

Por otra parte, cuando los conductores tienen el riesgo de averiarse al pasar por un orificio, este último debe tener un revestimiento aislante.

El enlace de los circuitos exteriores debe realizarse:

— Sea sobre bornes u otros dispositivos de enlace.

— Sea en un medio conector enchufable tipo peine (hembra-macho) u otros conectores; dentro de este último caso, el espacio entre las dos partes no aisladas bajo tensión debe satisfacer las condiciones impuestas por las líneas de flujo.

— Los cables deben estar peinados o en torones de tal forma que la parte libre de los conductores sea lo más corta posible, a fin de evitar los contactos intempestivos en caso de ruptura, pero con un muelleo suficiente para evitar las rupturas resultantes de una fuerza sobre los torones.

— Cada aparato, sea cual fuere su montaje, debe poderse cambiar sin retirar otro aparato, ni desplazar los torones de cables.

El cambio de un bloque de aparatos debe poder hacerse dentro de las mismas condiciones.

Es conveniente, dentro de la medida de lo posible, evitar la multiplicidad de componentes, de piezas mecánicas y de elementos de aparatos.

— Los aparatos deben tener todas las referencias, puntos de control o de ajuste necesarios al mantenimiento, así como el sistema destinado al desmontaje cómodo de los elementos constitutivos de este aparato.

— Los aparatos fijos (instalados en el piso) deben estar acompañados de un documento

completo, facilitando las intervenciones (esquemas eléctricos y electrónicos, disposición de los elementos de mantenimiento constitutivos, referencia de bornes, etc.).

5. Barniz, pintura y otras protecciones

a) Barniz. Los barnices están esencialmente destinados a proteger los circuitos eléctricos. Estos son colocados por sopleteado en capas delgadas o por bañado. El espesor de la capa debe ser constante y suficiente para asegurar un aislamiento correcto de los conductores protegidos.

El modo de protección no deberá provocar problemas mecánicos, ni alteraciones químicas sobre los componentes y las conexiones.

La lista de barnices no es limitativa, pero su utilización debe ser autorizada por el Representante.

b) Pinturas. Las protecciones por pintura están esencialmente destinadas a la protección de piezas mecánicas. Todas las disposiciones útiles deben ser tomadas en cuenta, a fin de evitar una acción electrolítica o electroquímica entre materiales de naturaleza diferente puestos en contacto.

Los colores y tipos de pinturas no son limitativas, pero deben de ser aprobados por el Representante.

c) Otras protecciones. Si éstas son necesarias dentro de un aparato, un riesgo de confusión aparece entre dos o más elementos constitutivos y será necesario introducir uno o varios sistemas de desengaño.

Estos desengaños (mecánicos o eléctricos) deberán estar destinados a hacer imposible una equivocación entre los elementos constitutivos del aparato, tanto al momento del montaje como después de una intervención de mantenimiento.

6. Sistema de detección de fallas

Si se comprueba que dentro de un aparato un riesgo de confusión aparece entre dos o más elementos constitutivos de éste, será necesario introducir uno o varios sistemas de detección de fallas.

Estos sistemas (mecánicos o eléctricos) deberán estar constituidos de tal forma que sea imposible una equivocación entre los elementos integrantes de un aparato, tanto en el momento del montaje como después de una intervención de mantenimiento.

7. Dispositivos de prueba

Algunos aparatos deben, en caso de falla, permitir una detección fácil de las fallas para facilitar la rapidez de la intervención. Los elementos constitutivos de los aparatos y los aparatos mismos deberán por lo tanto tener un cierto número de tomas de prueba que será definido al momento del estudio técnico de este aparato en colaboración entre el fabricante y los especialistas del Representante.

El acceso a estos puntos de prueba se hará sin desmontar (salvo eventualmente el lado de enfrente del aparato) y podrán ser adaptados a un dispositivo simple de prueba que será entregado por el fabricante a más tardar durante la entrega de la preserie.

8. Cableado

— Los hilos y cables deberán satisfacer las normas en vigor.

— Su rigidez dieléctrica deberá ser conforme a 001.C.06 "Rigidez dieléctrica".

— Los conductores de liga entre los bajoensambles deberán ser de cobre y en composición dúctil; la sección de cobre no debe jamás ser inferior a 0.5 mm^2. En el caso del material embarcado no debe ser nunca inferior a 1 mm^2. La sección nominal será conforme a las normas en vigor.

— El enlace entre un elemento interno de un aparato y un conductor debe efectuarse por intermedio de un órgano de liga solidario mecánicamente a este aparato (conector de relevador, patas remachadas sobre placa aislante). El proceso de enlace es, en principio, la soldadura, pero otros procesos pueden ser admitidos (conexión punto a punto por clips, conductores Faston o similares, etc.), después de un acuerdo con el Representante.

— Todos los procesos de cableado podrán ser admitidos, a condición de que el cableado sea solidario a los chasis o partes fijas en puntos suficientemente cercanos, a fin de evitar un riesgo en el desplazamiento de conductores hacia los elementos que tienen el peligro de deteriorarse.

Las fijaciones serán aseguradas obligatoriamente por sujeciones aislantes no susceptibles de lesionar el aislante de los conductores.

La parte libre de los conductores entre el punto de enlace y el punto de fijación sobre una parte fija, debe ser lo más corta posible, a fin de evitar los contactos intempestivos en caso de ruptura, sobre todo por los circuitos que aseguran funciones de seguridad, pero deben tener un muelleo suficiente a fin de evitar los esfuerzos de tracción o compresión sobre los puntos de enlace.

Los orificios de paso de los cables deben ser bien dimensionados, sin rebabas y no tener bordes afilados. En el caso donde los conductores tienen el riesgo de ser lesionados al pasar por un orificio por un lado de piezas cortantes, deberán utilizarse cañones o separadores aislantes.

Dentro de la medida de lo posible, los circuitos bifilares serán realizados por medio de conductores torzados; además, los circuitos encauzados a las señales de bajo nivel, podrán estar constituidos de conductores blindados o coaxiales.

9. Condiciones de realización

— Aislamiento.

— Rigidez dieléctrica.

a) Aparatos que deben tener un aislamiento galvánico

Deberán presentar un aislamiento galvánico entre los circuitos de entrada y salida, así como la entrada de estos últimos y la masa mecánica del aparato (salvo cuando hay una imposibilidad de separar las masas eléctricas y mecánicas y es esto demostrado):

— Los aparatos situados al interfaz entre los dispositivos instalados en la vía y los aparatos situados en los locales técnicos, armarios o refugios.

— Los aparatos por los cuales la liga intempestiva o un defecto de aislamiento entre los conjuntos aislados galvánicamente o riesgo de producir un efecto contrario a la seguridad.

En los casos anteriores, se aplicará durante un minuto, de una parte entre el conjunto de bornes o colas de conexión reunidas entre ellas y la masa mecánica del aparato, de otra parte entre cada borne o grupo de bornes (unidos entre ellos) pertenecientes a los circuitos que tienen una separación galvánica en relación a otros (realizado por ejemplo a transformadores, dispositivos optoelectrónicos, relevadores, etc.), y el conjunto de otros bornes unidos a la masa del aparato, sea una tensión alternativa sinusoidal de 60 Hz de frecuencia y con un valor eficaz de 2000 V, sea una tensión continua de 3000 V (en este último caso la operación deberá ser renovada durante la misma duración en inversión de polaridad de la corriente aplicada).

Para los aparatos sometidos a tensiones elevadas (>500 V), salvo prescripción contraria, la tensión a aplicarse entre los conjuntos definidos en el párrafo anterior es de 2 + 1000 V (efectivos) dentro del caso de utilización de una tensión alternativa sinusoidal de 60 Hz y de 2 + 2000 V dentro del caso de utilización de una tensión continua (V será la tensión de servicio nominal de funcionamiento del aparato).

b) Aparatos que presentan por construcción un aislamiento galvánico y no se incluyen dentro de las categorías definidas en los párrafos anteriores. Cuando un aparato presenta por construcción un aislamiento galvánico no funcional en relación al párrafo 9 (a), los criterios que permitirán jugar con la calidad del producto serán los mismos que los probados y definidos en el párrafo antes citado.

Sin embargo, las tensiones de prueba podrán ser reducidas por el que lo va a emplear o su representante en función de la tecnología utilizada. En ningún caso esta tensión de prueba podrá ser inferior a 500 V efectivos 60 Hz o 750 V corriente continua. Los aparatos no podrán, tomando en cuenta los esquemas de aplicación, ser probados en cuanto a su aislamiento una vez montados sobre una carta o ensamble; estas pruebas deberán hacerse antes del montaje.

c) Protección contra las ondas de choque. Los aparatos, alimentados y ubicados dentro de sus diferentes condiciones de funcionamiento, deben soportar sin ninguna alteración, la onda de choque de tensión pico de 2 kV liberados por un generador autorizado por el Representante y aplicada en directo y en sentido inverso:

— Entre los bornes de alimentación.

— Entre los bornes unidos a los circuitos exteriores (línea o vía).

— En las condiciones definidas para las pruebas de rigidez dieléctrica del párrafo 9.

d) Aislamiento. El aislamiento medido bajo una tensión nominal de 500 V corriente continua entre el ensamble de los bornes unidos entre ellos y la masa de un conjunto funcional no debe ser inferior a 200 MΩ. Esta medida debe ser independiente de la prueba de ruptura dieléctrica y ésta se hará después de 15 minutos por lo menos y realizada a la temperatura ambiente.

e) Protección de orden eléctrico. El aparato debe ser protegido:

— Contra las inversiones accidentales de polaridad de la fuente de alimentación.

En el caso donde la alimentación de equipos es asegurada por una fuente de tensión inferior o igual a 8 V, esta protección puede ser obtenida por un dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos (fusibles, disyuntores, etc.)

— Contra los cortocircuitos de la fuente de alimentación.

— Contra los cortocircuitos, o toda disminución de impedancia de las líneas de utilización.

En todos los casos, los incidentes antes citados no deben provocar averías al aparato.

10. Condiciones climáticas

Todos los materiales descritos en el Capítulo 1 de la norma NFC 20 500 (noviembre 1974) o equivalente, deberán poder funcionar sin defecto dentro de las condiciones de prueba definidas por:

— La norma NFC 20 500 (generalidades) o equivalente.

— La norma NFC 20 501 [243 K (−30°C); 16 h] pruebas tipo Aa o equivalente (aplicadas a los materiales que sean disipativos o no); la puesta en tensión de un material que ha estado alimentado antes de cuatro horas después de su introducción dentro de un cuarto climático previamente ajustado a 243 K (−30°C). La prueba podrá comprender las puestas en tensión y fuera de tensión cíclicas, según el material a probarse.

— La norma NFC 20 502 [343 K (+70°C) 96 h] pruebas tipo Bb o equivalente (aplicadas a los materiales que sean o no disipativos), la puesta en tensión cíclica o no del material (estando en principio alimentado de la puesta en línea de la prueba).

El cuarto debe estar a la temperatura del laboratorio.

— La norma NFC 20 504 (seis ciclos de 24 h) relativa a las pruebas de calor húmedo o equivalente.

Durante esta prueba el material será sometido a los ciclos de las puestas en tensión y fuera de tensión lo más cercanas posibles de aquéllas a las que estará sometido en funcionamiento normal.

11. Ruidos

a) Ruido de los equipos auxiliares para el material embarcado

— Ruido en carro. El ruido de los equipos auxiliares en el carro es medido cuando el tren está detenido en la estación, con los vidrios cerrados y el carro vacío (sin pasajeros).

La presión sonora está controlada a 1.20 m de altura abajo de la plancha en todo punto al eje del carro (pasadizo central) en desplazamiento de un micrófono. En la práctica, se controlan los niveles en medio del carro y abajo de los pivotes del bogie.

En estas condiciones, el nivel sonoro ponderado "A" no debe jamás rebasar los 65 dB (A) cuando todos los equipos auxiliares funcionen simultáneamente. De esto reviene en particular a decir que por un carro donde el ruido de los equipos auxiliares casi llega al límite de 65 dB (A) toda adjunción de aparatos suplementarios necesitará una insonorización implantada en los aparatos nuevos de manera que su funcionamiento solo no dé lugar a niveles de ruido superiores a 55 dB (A) (el nivel global supuesto no afecta por un componente inferior al menos 10 dB).

Además, el espectro por bandas de octava en frecuencia del ruido global de los equipos auxiliares, debe situarse por abajo de la curva NR de índice 60 (curvas ISO).

— Ruido al exterior del tren. El ruido de los equipos auxiliares es medido sobre el andén de una estación cubierta clásica reverberante, con el tren estacionado en el andén.

La presión sonora es medida a 1.60 m de altura y 1.50 m del borde del andén, en todo punto del segmento así definido. En la práctica se satisface de hacer los controles a la derecha de los equipos sonoros embarcados.

El nivel sonoro así medido no deberá exceder los 65 dB (A) cuando funcionan simultáneamente todos los equipos auxiliares, incluyendo los compresores de aire. La cláusula del párrafo "Ruido en carro" concerniente al espectro por bandas de octava se aplica igualmente.

b) Ruidos de los equipos en locales fijos

— Equipos en estación, en locales técnicos y en Puestos de Mando. El nivel en todo punto de los andenes de la estación, no debe exceder de 60 dB (A) cuando funcionan simultáneamente todos los equipos fijos existentes, en ausencia del tren. Además, el espectro de ruido por bandas de octava en frecuencia debe estar abajo de la curva NR de índice 55 de ISO.

— Equipos en túnel. El nivel sonoro medido a la derecha de los equipos deberá ser inferior a 85 dB (A).

— Equipos en vía al exterior. Las consignas de insonorización de las instalaciones fijas que arrojan ruido sobre la vía pública se aplicarán como sigue:

El nivel sonoro del equipo llevado a la ventana de la habitación más cercana (corrección en distancia de 10 log (r/r_o) debe ser inferior en 2 dB (A) al nivel estático Lgo en la noche medido en dB (A) (hasta dos horas antes de que amanezca), lo cual se representa con la fórmula:

$$Neq = Lgo - 2 + 10 \log (r/r_o)$$

donde:

r_o es el radio del hemisferio englobando al equipo y pasando por el punto de medida (de 1 a 2 m).

r es la distancia a la ventana más cercana.

Lgo es el nivel estático del ambiente nocturno que pasa durante 90 por ciento del tiempo.

12. Ajustes

El fabricante precisará la justificación, la naturaleza y el nombre de los ajustes necesarios para asegurar un funcionamiento normal del aparato y precisando:

— Los ajustes a efectuar antes de la recepción.

— Los ajustes a efectuar en el momento de la puesta en servicio.

— Los ajustes a efectuar en el momento de las operaciones de mantenimiento preventivo.

13. Etiquetado

a) Etiquetado de los elementos constitutivos de un aparato. Cada elemento constitutivo de un aparato deberá ser referenciado por lo menos al:

— Nombre del constructor.

— Su denominación.

— La identificación de la serie.

— Un número de fabricación dentro de la serie del tipo.

Diferentes técnicas de etiquetado podrán ser empleadas a reserva de ser legibles, indelebles e inamovibles.

Se hace notar que las etiquetas metálicas estarán prohibidas en la medida de lo posible sobre todo si son susceptibles de desprenderse y crear cortocircuitos entre los elementos conductores.

b) Etiquetado de aparatos. Los bloques funcionales que contienen material de señalización serán identificados por una placa simple, aceptada por el Representante y dispuesta frente a las cajas en la posición indicada por las especificaciones particulares.

Su fijación deberá estar asegurada de preferencia por remachado o por otro medio que ofrezca las mismas cualidades. Ningún punto de fijación debe estar distante en más de 85 milímetros.

La placa deberá tener la siguiente leyenda, salvo alguna otra indicación:

— El monograma del Representante.

— El nombre o marca del fabricante.

— Las características principales (indicadas en las especificaciones particulares).

— La denominación del aparato.

— La identificación de la serie.

— El número de fabricación.

— La fecha de la primera recepción (mes y año).

— La fecha de revisiones eventuales (mes y año).

Estas indicaciones son grabadas o marcadas, salvo en lo concerniente a las fechas de revisión para las cuales una pintura o tinta indeleble puede ser utilizada.

La identificación de los materiales del mismo tipo, pertenecientes a una serie teniendo el mismo número de designación, serán realizadas por un grupo de dos letras tomadas en orden alfabético.

En consecuencia, la primer fabricación de serie será identificada por las letras AA.

Toda modificación dentro de la fabricación deberá ser informada al Representante quien decidirá sobre el cambio de las letras de serie en las condiciones siguientes:

— La primer letra es cambiada si el principio de funcionamiento del aparato está en cuestionamiento: en este caso, la segunda letra de serie será automáticamente A.

Por ejemplo, una retoma del estudio de un material identificado por las letras AD las lleva a pasar a las letras BA.

— La segunda letra sólo es cambiada si se trata de modificaciones menores.

El número de fabricación es tomado en forma continua, sean cual fueren las letras de serie del tipo considerado, a saber:

De 1 a 9 por aparatos prototipo; en este caso la letra P figura en el lugar reservado a las letras de serie.

De 10 a 99 para los aparatos de la preserie.

A partir de 100 por los aparatos en serie.

c) Etiquetado de las cartas electrónicas. Las cartas, sean o no desconectables deberán tener:

— El nombre o la marca del constructor.

— La denominación del Representante y las letras de serie del aparato a las cuales ellas pertenecen.

— Una referencia (cifra o abreviación de cuatro letras máximo) de la carta en el bloque funcional.

Esta referencia debe figurar claramente en el documento de estudios junto al material presentado para la homologación.

En estos materiales, una carta electrónica puede constituir un conjunto funcional dentro del sistema al cual pertenece. Si tal es el caso, la carta debe tener todas las indicaciones vistas en el párrafo 13 (b).

14. Sellado. Todos los conjuntos o subconjuntos, que cumplan una función de seguridad, deberán tener un dispositivo que permita garantizar su inviolabilidad durante su periodo de servicio.

15. Cuaderno de las especificaciones particulares

El cuaderno de las especificaciones particulares determina:

a) Las especificaciones de utilización, es decir, las especificaciones funcionales que indican:

— La definición del principio.

— La descripción.

— Las condiciones y el nivel de funcionamiento.

— Las puertas.

— La implantación.

— El control de funcionamiento (alarma, prueba, etc.)

— La disponibilidad.

— El mantenimiento.

— Etc.

— Las exigencias particulares (funcionamiento en seguridad o no, alimentación de 50 a 60 Hz, etc.).

— Un medio ambiente específico; en el mar, a temperaturas más o menos elevadas con relación a aquéllas del documento de cargas, monzón (lluvia densa), material expuesto al sol, tropicalización, temblores o movimientos de tierra, etcétera.

b) Las prescripciones particulares sobre el material. Estas comprenderán:

— Las características generales de funcionamiento:

Tensión de alimentación.

Intensidad máxima.

Resistencia en línea máxima.

Tiempo de funcionamiento máximo.

Etcétera.

— La presentación del material:

En carta

En block

En módulo N.S.1 con código para evitar error de colocación

— La afectación de bornes de unión.

001.C.06.b Equipos electrónicos

1. Selección y utilización de los componentes

Los componentes electrónicos susceptibles a ser utilizados en los diferentes equipos, serán mencionados más adelante así como sus normas, condiciones de utilización y tasas de carga máximas (salvo mención particular la temperatura de referencia se deberá considerar igual a la temperatura ambiente media).

Las diferentes magnitudes y características a tomar en cuenta para el cálculo de las tasas de carga, serán precisadas para cada tipo de componente.

Todos los componentes utilizados deberán contar con un certificado de control de calidad y en su defecto, los componentes deberán satisfacer las normas dadas por el Representante.

La presente especificación tiene por objeto fijar los límites máximos autorizados a aplicar en los componentes electrónicos pasivos y activos, a fin de alcanzar una fiabilidad óptima y normalizar las condiciones de realización de los circuitos electrónicos de seguridad que se utilicen en los sistemas del Metro.

2. Componentes electrónicos pasivos

a) Resistencias. La tasa de carga está definida de la manera siguiente:

$$T_c = \frac{\text{Potencia efectiva medida o calculada}}{\text{Potencia nominal dentro de las condiciones de funcionamiento (nota técnica del constructor)}}$$

Salvo casos particulares descritos a continuación la tasa de carga de la resistencia será igual a 0.3. La medida será efectuada cuando el conjunto o subconjunto funcional sea alimentado dentro de las condiciones nominales.

— Resistencia de carbón aglomerado. El empleo de resistencias de este tipo está prohibido.

— Resistencias a capas. Las resistencias a capas pueden ser:

A capa de carbón.

A capa metálica.

A capa de óxido metálico.

Las resistencias a capa de carbón no son deseables. Sea cual fuere la tecnología, los soportes de las capas deberán llenarse completamente.

— Resistencias embobinadas. Estas serán de espiras separadas y aisladas.

b) Capacitores

— Capacitores no previstos para soportar corrientes eficaces importantes

La tasa de carga de tensión T_c, se define mediante la expresión:

$$T_c = \frac{U_c + 2U_{rms}}{U_n}$$

donde:

U_c Tensión continua en los bornes de los capacitores.

U_n Tensión continua nominal especificada por fabricante.

U_{rms} Valor eficaz de la tensión alterna en los bornes del capacitor que en todos los casos no deberá sobrepasar 0.8 veces el valor admitido y especificado por el fabricante (generalmente graficando U_{rms} en función de la frecuencia) para la frecuencia de la señal.

En ciertas funciones de seguridad puede hacerse uso de capacitores de armadura controlada. Este tipo de capacitores exige una precaución de utilización suplementaria, en relación con la corriente circulando a tra-

vés de las dos conexiones de una misma armadura.

Se define para estos capacitores a armadura controlada una tasa de carga de corriente dada por la expresión:

$$T_c = \frac{I^2_c + I^2_{rms}}{I^2_m}$$

donde:

I_c Valor de corriente continua en las conexiones de la armadura.

I_{rms} Valor eficaz de la componente no continua de corriente circulante en las conexiones de la armadura.

I_m Valor máximo de corriente admitida y especificada por el fabricante, en las conexiones de la armadura.

— Capacitores electrolíticos (Capacitores previstos para soportar corrientes importantes)

Los capacitores electrolíticos de aluminio no podrán ser utilizados mas que para altos valores de capacidad y en funciones de desacople o de filtrado dentro de las cuales las variaciones de capacidad y de resistencia equivalente de fuga son de poca importancia.

La tasa de carga máxima aplicable a los capacitores electrolíticos de aluminio es 0.8; por otra parte, esta tasa de carga será en lo posible superior a 0.6.

La tasa de carga máxima aplicable a los capacitores electrolíticos de tántalo dependerá de la función asegurada por el capacitor (por ejemplo, 0.3 cuando el capacitor es susceptible a estar sometido a variaciones importantes de tensión; 0.8 cuando conviene evitar el predominio de la corriente de fuga).

En todos los casos de utilización de capacitores electrolíticos la corriente eficaz a través del condensador no deberá rebasar 0.9 veces el valor especificado por el fabricante para las frecuencias consideradas.

— Otro tipo de capacitores

Salvo casos particulares definidos por el Representante, la tasa de carga máxima en tensión aplicable a otros tipos de capacitores será de 0.3. Para los capacitores de armadura controlada se deberá respetar una tasa de carga máxima en corriente, circulando en las conexiones de una misma armadura, de 0.5.

c) **Embobinados (de inductancias, de transformadores, de relés, etc.)**

— **Todas las precauciones deberán ser consideradas para que el aislamiento previsto en la presente Especificación sea asegurado.**

Es conveniente una impregnación aislante del embobinado y de los circuitos magnéticos.

— La energía consumida en el embobinado no deberá jamás tener por efecto elevar su temperatura a más de 383 K (110°C) para toda la gama prevista de temperatura ambiente. [Los productos empleados estarán concebidos para poder funcionar permanentemente a una temperatura de 393 K (120°C) para este caso].

— Los acoplamientos capacitivos serán minimizados.

— Los embobinados serán realizados con hilo de cobre de sección circular, esmaltado con resinas a base de formol-polivinilo grado 2, siguiendo la norma NFC 31.423 o equivalente.

— El diámetro del hilo no debe ser inferior a 0.10 milímetros.

— Los extremos de entrada y salida deben ser identificados de una manera clara y definitiva.

— Cada bobina o la cubierta, debe tener de manera indeleble y visible, el valor de su resistencia nominal, el diámetro de hilo y el número de espiras, mediante notación inscrita en una ficha técnica.

Para las bobinas cuyos hilos presentan un diámetro inferior a 0.3 mm, los hilos de entrada y de salida están constituidos por cables flexibles aislados, cuya sección útil es al menos igual a 0.6 mm^2. Su empalme se realiza mediante soldadura de estaño, absolutamente neutra, sobre las piezas previamente estañadas y en condiciones tales, que la continuidad eléctrica así como la adherencia mecánica de la soldadura, sean perfectamente aseguradas. Las bobinas se montan de tal manera que no sean susceptibles de moverse en relación a los núcleos bajo la influencia de vibraciones; pueden ser impregnadas o no, con barniz. En caso de no impregnación deben ser tomadas todas las precauciones, a fin de que el embobinado sea insensible a la humedad.

Las carcasas, productos de impregnación y los diversos aislantes utilizados durante el montaje, deben ser a base de productos neutros, fundibles a más de 403 K (130°C).

El modo de protección mecánica del embobinado estará sujeto a un acuerdo por parte del Representante.

Las cintas adhesivas están prohibidas.

d) Ferritas

— Tipos de ferritas. Se distinguen las ferritas BF y HF:

Ferritas BF: $f \leq 500$ kHz

Ferritas HF: $1\text{kHz} \leq f \leq 200$ MHz

La gama de frecuencias de utilización deberá ser la siguiente:

$$1000 \text{ Hz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}$$

— Tasas de carga. La tasa de carga a considerar es la relación entre la inducción máxima en funcionamiento y la inducción de saturación. Esta tasa de carga debe ser inferior a 0.5.

— Consideración en temperatura. En el caso donde el funcionamiento dentro de la gama de temperatura publicada en la presente Especificación no pueda ser garantizada, el Representante considerará caso por caso, tomando en cuenta la utilización y el montaje electrónico asociado.

— Montaje de las ferritas. Precauciones particulares deberán ser tomadas en el montaje de las ferritas. Conviene evitar, en particular:

Las temperaturas superiores a 523 K (250°C).

La imantación y todo tipo de choques magnéticos, continuos o alternos.

Los choques térmicos (temperaturas de impregnación en particular).

Los choques mecánicos.

Además, los dispositivos de ferrita destinados a recibir los embobinados aislados galvánicamente deben componerse de un número suficiente de capas, para respetar las condiciones de rigidez dieléctrica en lo que respecta a los hilos de salida. Por otra parte, los dos extremos de un mismo embobinado deben salir del dispositivo por el mismo lado.

El retoque de los entrehierros por desgaste está prohibido.

Las diferentes partes que componen el circuito magnético deberán ser fijadas mecánicamente en posición y forma eficaz y durable.

La presencia de un núcleo de ajuste impone que su inmovilización sea efectuada después de su ajuste, por un barniz o una cera.

En el caso donde una alta estabilidad eléctrica sea requerida, las dos medias carcasas deberán ser ensambladas pegándose a la bobina, con la ayuda de una resina apropiada.

Algunas veces, tomando en cuenta las vibraciones mecánicas que se tienen en las instalaciones del Metro, deberá aplicarse el empleo de cubiertas de alta estabilidad mecánica.

e) Contactos (todo tipo). Los materiales que constituyen los contactos y el dimensionamiento eléctrico de los contactores, deberán ser adaptados a las características de las señales sobre las cuales intervienen. En caso comprobado, dispositivos de protección contra las sobretensiones al corte de corriente serán colocados en paralelo en cada contacto elemental.

Si la tecnología empleada no permite determinar la imposibilidad del soldado de los contactos, se deberá considerar lo indicado en el párrafo 001.C.06.b.3.i "Conmutación de contactos en condiciones de tensión de corte apropiados".

f) Diodos

— Diodos simples

La tasa de carga a tomar en cuenta se define de la manera siguiente:

$$TC = \frac{\text{Corriente directa media de funcionamiento}}{\text{Corriente directa media máxima}}$$

El valor máximo de esta tasa de carga es 0.30.

Por regla general el semiconductor que constituye los diodos deberá ser de silicio.

Deben ser dimensionados de tal manera que su temperatura de unión no sobrepase jamás 393 K (120°C), a cualquier temperatura ambiente comprendida entre 258 K (−15°C) y 363 K (+90°C).

La relación de la tensión inversa máxima aplicada, con la tensión inversa límite no debe jamás sobrepasar 0.50.

Esta relación no deberá sobrepasar 0.2 si el dispositivo es alimentado directamente por una fuente no regulada.

Ningún radiador será colocado sobre los diodos, excepto en los casos donde su presencia sea prevista en la construcción del componente.

— Diodos emisores de luz

Para este modelo de diodos, la tasa de carga está definida de la manera siguiente:

$$TC = \frac{\text{Corriente directa media}}{\text{Corriente media máxima admisible}}$$

El valor máximo de esta tasa es de 0.9 para todas las temperaturas ambientales.

La alimentación de los diodos emisores de luz no deberá alterar a temperaturas mayores de 298 K (25°C) el color previsto y permitirá una luminosidad que satisfaga toda la gama de temperaturas ambiente previstas.

— Diodos Zener

La tasa de carga a tomar en cuenta se define de la manera siguiente:

$$TC = \frac{\text{Potencia de funcionamiento}}{\text{Potencia máxima especificada}} = \frac{\text{Corriente Zener de funcionamiento}}{\text{Corriente Zener máxima especificada}}$$

El valor máximo de esta tasa es de 0.3.

El semiconductor que constituye los diodos deberá ser de silicio.

Deben ser dimensionados de tal manera que su temperatura de unión no sobrepase jamás los 393 K (120°C) a cualquier temperatura ambiente.

Además, la utilización de las características particulares de los diodos Zener (impedancia dinámica en particular) deberá ser sometida a un acuerdo del Representante.

— Fotodiodos y otros fotocaptores pasivos

La relación entre la tensión inversa máxima aplicada y la tensión inversa máxima admisible no debe jamás sobrepasar 0.5 para fotodiodos. La tasa de carga está definida por la relación entre la potencia máxima disipada y la potencia máxima admisible, y no debe sobrepasar 0.3.

— Indicadores

La tasa de carga para los indicadores (pilotos) incandescentes, se define como la relación de la potencia máxima aplicada entre la potencia nominal de la lámpara. No deberá sobrepasar 0.95.

Para los indicadores de neón u otros tubos de descarga, la relación de la tensión máxima de utilización entre la tensión nominal de utilización, constituye la tasa de carga. Esta no deberá sobrepasar 0.9.

Para los indicadores constituidos por diodos electroluminares (LED) ver el párrafo "Diodos emisores de luz" anterior.

g) Termistores

El uso de este tipo de elementos será evitado por regla general en los circuitos de seguridad.

La tasa de carga de los termistores se define como la relación de la potencia máxima aplicada (una vez que alcance el equilibrio térmico) a la potencia máxima admisible. La temperatura máxima de funcionamiento no deberá jamás sobrepasar 393 K (120°C).

La tasa de carga máxima será igual a 0.3.

h) Varistores (resistencias VDR)

La tasa de carga está definida por la relación de la potencia máxima aplicada entre la potencia máxima admisible.

La tasa de carga máxima será igual a 0.3.

i) Imanes

El punto de funcionamiento debe elegirse adecuadamente así como el modo de ajuste. Todas las disposiciones útiles serán tomadas para evitar una desimantación intempestiva.

j) Arqueadores

Deberán ser de dimensiones tales que la energía a disipar, en funcionamiento, no sobrepase jamás 0.3 veces la energía máxima para la que se concibieron.

k) Fusibles

Deberán ser correctamente dimensionados.

De forma general, si un conjunto de aparatos o un sistema lleva fusibles, éstos serán elegidos de manera que no exista confusión o trastorno posible entre fusibles de diferentes calibres. De cualquier manera, la elección y colocación de estos fusibles deben ser sujetas a la aprobación del Representante.

En ciertos casos, en material embarcado particularmente, el Representante podrá exigir la utilización de otros dispositivos de protección (microdisyuntores).

l) Diapasones. Tomando en cuenta las numerosas tecnologías utilizadas, los diferentes componentes serán estudiados individualmente.

— La lista precedente no es, en ningún caso exhaustiva, por lo que todo componente no definido anteriormente será objeto de condiciones particulares de empleo.

3. Componentes electrónicos activos

El empleo de componentes con revestimiento plástico no es aconsejable.

a) Transistor de unión

Todos los transistores de unión utilizados deben responder a las normas aceptadas por el Representante.

El empleo de transistores de germanio se hará en casos excepcionales y plenamente justificados.

— Normas a respetar con respecto a las características de empleo de los transistores de unión:

Tasa de carga y condiciones particulares de empleo.

Tasa de carga en potencia. La tasa de carga en potencia Tc de un transistor de unión está definida de la manera siguiente:

$$Tc = \frac{\text{Potencia de funcionamiento}}{\text{Potencia máxima especificada*}}$$

La tasa máxima es de 0 3.

Tasa de carga aplicada a la tensión colector-emisor. La tasa de carga aplicada a la tensión colector emisor de los transistores de unión, está definida por:

$$Tc = \frac{\text{Tensión } V_{ce} \text{ en funcionamiento}}{\text{Tensión } V_{ce} \text{ admisible especificada}}$$

La tasa de carga máxima será:

0.50 para los transistores de baja potencia y alta tensión.

0.65 para los transistores de uso general y de conmutación, así como para los transistores de alta tensión que no disipen potencia.

Tensión inversa emisor - base. La tensión inversa emisor - base no deberá sobrepasar 0.5 veces el valor de la tensión de ruptura especificada por el fabricante del componente.

Ancho de banda. La frecuencia máxima de la señal aplicada debe ser inferior o igual a un décimo de la frecuencia de corte alta, definida por el fabricante del componente

Factor de ruido. El factor de un transistor de unión está definido por:

$$F = \frac{\left(\frac{\text{señal}}{\text{ruido}}\right)_{\text{entrada}}}{\left(\frac{\text{señal}}{\text{ruido}}\right)_{\text{salida}}}$$

Las relaciones $\frac{\text{señal}}{\text{ruido}}$ están expresadas en dB.

La cantidad 10 log F debe ser inferior o igual a 6 dB.

Equivalente o sustitución. En todos los montajes donde la influencia del punto de operación no es crítica, el constructor debe precisar para todos los transistores utilizados dos equivalentes. Está bien entendido que estas dos equivalencias deben respetar las cláusulas del cuaderno de cargas relativas al transistor.

b) Transistor Uniunión (UJT)

El uso de este componente será evitadp en la medida de lo posible.

* Tomando en cuenta la presencia obligatoria de un disipador.

— Tasa de carga de diferentes parámetros

Se consideran tres tasas de carga:

$$Tc\,1 = \frac{\text{Tensión inversa base - emisor medida } (v_e)}{\text{Tensión inversa base - emisor máxima (constructor) } (v_{em})}$$

$$Tc\,2 = \frac{\text{Tensión interbase medida } (v_{bb})}{\text{Tensión interbase máxima } (v_{bbm})}$$

$$Tc\,3 = \frac{\text{Potencia disipada}}{\text{Potencia nominal en condiciones de empleo}}$$

En estas condiciones: los. valores máximos no deberán sobrepasar:

Tc 1 = 0.5

Tc 2 = 0.5

Tc 3 = 0.3

— Limitaciones y condiciones de empleo. En la utilización del transistor uniunión no se deberá elevar la temperatura de la unión a más de 398 K (125°C).

— Es importante prever un circuito de estabilización en el de interbase al utilizar el UJT en régimen interminente porque si no la temperatura del silicio puede elevarse a valores lo suficientemente elevados como para permitir la sobreelevación térmica si la corriente de base no se limita.

— La utilización de disipadores está prohibida.

— Se utilizará un soporte, en material aislante autoextinguible (buje de separación) cuando la fijación de un UJT sobre el circuito impreso sea necesaria.

c) Transistor de efecto de campo

Todos los transistores de efecto de campo utilizados deben responder a las normas en vigor.

Los transistores de efecto de campo deben ser de canal N de silicio.

Todos los transistores de efecto de campo deben ser montados en una caja metálica.

El constructor de equipo electrónico tiene que asegurarse con el fabricante de los componentes que los tres parámetros enumerados enseguida sean cumplidos:

rDs off

rDs on

Igss

Después de una prueba a alta temperatura a 423 K (150°C) o 473 K (200°C) y con una du-

ración de 1000 horas, tengan el comportamiento siguiente:

Igss 1 nanoampere

VGS off Respete los valores indicados por el fabricante del componente.

rDs on Sin desviación superior al 10 por ciento del valor inicial.

Otros métodos de depuración podrán ser propuestos al Representante.

— Tasa de carga. Las tasas de carga, se definen como la relación del parámetro de funcionamiento entre el valor máximo de este parámetro, especificado por el fabricante, y son fijadòs a valores máximos de:

0.3 para la potencia

0.5 para al tensión de la fuente-drenaje

0.5 para la tensión de la malla fuente

0.5 para la tensión de la malla drenaje

0.5 para la corriente directa de la malla

— Características tecnológicas de empleo de los transistores de efecto de campo. Las tasas de carga máxima a respetar son las siguientes:

Potencia (p): $0.2 \leq p \leq 0.3$

Tensión drenaje - fuente: 0.5

Tensión compuerta - fuente: 0.5

Tensión compuerta - drenaje: 0.5

Corriente directa de compuerta: 0.5

El factor ruido definido anteriormente debe ser inferior a 0.5.

d) Tiristores

Todos los tiristores empleados deberán responder a la norma en vigor y haberse sometido a una prueba de bloqueo a 398 K (125°C) a Vak máxima.

Además, el material semiconductor utilizado para su fabricàción, será de silicio, y deberán ser montados en una caja metálica o en cerámica.

Para el circuito anódo - cátodo del tiristor, dos casos de tasa de carga son considerados:

— Tiristor polarizado en sentido directo. La relación de la corriente directa media de funcionamiento entre la corriente directa media máxima deberá ser inferior o igual a 0.3.

La relación de la tensión continua de bloqueo entre la tensión permitida deberá ser inferior o igual a 0.5.

La relación del valor instantáneo de la tensión de bloqueo mayor entre el valor máximo de la tensión de bloqueo previsto para el tiristor deberá ser inferior o igual a 0.5.

La relación de la potencia disipada entre la potencia máxima especificada por el fabricante deberá ser inferior o igual a 0.3 para una temperatura de unión no mayor de 398 K (125°C).

— Tiristor polarizado en sentido inverso. La relación de la tensión pico inversa repetitiva entre la tensión inversa de bloqueo deberá ser inferior o igual a 0.3.

La tasa de carga en tensión pico inversa no repetitiva podrá ser de 0.5.

La tasa de carga en potencia de bloqueo disipada deberá ser inferior a 0.2 para una temperatura de unión no mayor de 398 K (125°C).

Para el circuito gatillo (compuerta) - cátodo del tiristor:

— La relación de la tensión de cresta directa aplicada entre la tensión directa aplicable deberá ser inferior o igual a 0.3.

— Para la tensión de cresta inversa se deberán considerar las mismas precauciones mencionadas anteriormente.

— Las tasas de carga en potencia media y en potencia de cresta deberán ser inferiores o iguales a 0.3.

— Limitación y enfriamiento de los tiristores.

— Limitaciones.

El empleo de un tiristor deberá ser tal que:

— Una corriente de mando positivo no deberá jamás mantenerse entre el circuito de gatillo y el cátodo, cuando el tiristor está bloqueado (si no una destrucción rápida del tiristor puede ocurrir).

— La temperatura de uniones no deberá jamás sobrepasar de 398 K (125°C) a cualquier temperatura ambiente exterior.

— Para limitar la potencia disipada durante la conmutación y elevación de la corriente admisible (dI/dt), el fabricante deberá prever la inserción entre ánodo y cátodo de circuitos limitativos como una inductancia saturable.

— Para limitar la elevación rápida de Vak, el fabricante deberá prever la colocación de un circuito amortiguador (RC serie) para protección.

Enfriamiento de los tiristores

Los tiristores están clasificados en tres grupos:

i) Tiristores de baja potencia (Pd $<$ 20 W). La corriente directa puede variar de 1 a 2 A

(circuito cátodo - ánodo), y la tensión de bloqueo de 25 a 400 volts.

La potencia de mando del circuito gatillo deberá ser menor de 10 miliwatts.

Si los tiristores son utilizados conforme a la especificación técnica, no necesitan ningún disipador.

La convección natural es suficiente para el enfriamiento.

Pueden entonces estar fijados sobre los circuitos impresos con las mismas precauciones utilizadas en los transistores de baja potencia.

ii) Tiristores de media potencia. La corriente directa puede variar de 5 a 40 A (circuito ánodo - cátodo), y la tensión de bloqueo de 25 a 800 volts.

La potencia de mando del circuito de gatillo estará comprendida entre 100 y 500 miliwatts.

Estos tiristores necesitan utilizar disipadores de calor para los cuales las condiciones de montaje son iguales a las descritas para los disipadores.

iii) Tiristores de gran potencia. No forman parte del presente documento.

e) Circuitos integrados

La utilización de los circuitos integrados está subordinada a los puntos descritos a continuación.

— La regla, particularmente para este tipo de componentes, es limitar a aquéllos cuya tecnología está consagrada por una larga experiencia en la industria y en los que se conoce muy bien el comportamiento en todo medio ambiente considerado al momento de la utilización.

— Tomando en cuenta la multiplicidad de tecnologías y los métodos de fabricación de que dependen los circuitos integrados, los constructores deberán resolver correctamente los problemas de compatibilidad entre diferentes circuitos (rapidez de conmutación, impedancia de entrada, umbrales de entrada, impedancia de salida, niveles de salida) y restituir lo más homogéneo posible el sistema global (tensión de alimentación, escala climática); además, para cada circuito integrado utilizado deberán existir al menos dos equivalencias suplementarias disponibles que el constructor indicará.

— El Representante podrá para ciertos componentes, solicitar una o más pruebas particulares antes de pronunciarse a favor de su utilización.

— Si para un sistema, la disponibilidad depende sensiblemente de las tasas de fallas de los circuitos integrados, éstos deberán, siguiendo su grado de influencia, ser elegidos dentro de la serie de encapsulado cerámico.

— Las excepciones a las reglas generales de implantación de los componentes y del trazo de las pistas de los circuitos impresos serán posibles, teniendo en consideración las condiciones de seguridad y tomando en cuenta las dimensiones reducidas de los circuitos integrados y de los espacios entre conexiones.

— Las precauciones que se deben considerar para el almacenamiento, mantenimiento y montaje de estos dispositivos serán aquéllas reconocidas por los fabricantes (especialmente para el MOS y CMOS); el Representante se reserva todo el derecho de verificar sus buenas aplicaciones.

— El empleo de circuitos integrados para los cuales es imposible simular todas las fallas, será admitida sólo si la función en seguridad satisface un nivel global o parcial de la función a realizar. El fabricante deberá demostrar que este objetivo es alcanzado.

Los circuitos integrados se clasifican en dos familias:

i) Circuitos lógicos (tecnología utilizada: DTL) (evitarse TTL, MOS, CMOS, I^2L, ECL).

ii) Circuitos analógicos (tecnologías que se utilizan: bipolares, MOS y CMOS).

El fabricante debe elegir según la función a realizar y tomando en cuenta el medio ambiente (inmunidad a parásitos, etc.) la tecnología que mejor se adapte. Todos los circuitos integrados deben satisfacer las condiciones climáticas del presente documento. Además, los circuitos de tecnología CMOS deberán ser elegidos dentro de la serie militar (intervalo de temperatura de funcionamiento: 218 K (−55°C) a 398 K (125°C).

— Características de empleo. Las tasas de cargas máximas para los circuitos integrados analógicos serán:

0.5, para la potencia disipable por la caja.

0.7, para la corriente de salida.

f) Microprocesadores

— Selección de microprocesadores. La utilización de microprocesadores para realizar funciones no está autorizada a menos que ésta aporte ventajas notables, en comparación con un sistema clásico que no presente un recurso o necesidad de programación por software, para los diferentes aspectos de seguridad, rendimiento, disponibilidad, adaptabilidad y costo.

— Las características eléctricas de funcionamiento de los circuitos microprocesadores y circuitos asociados deberán ser reconocidas por los fabricantes.

— La selección del microprocesador (μ P) se hará en función de su rendimiento y suministro así como la existencia de un segundo proveedor dentro del territorio nacional, sobre todo en lo concerniente a las aplicaciones de los cuales las fallas provocadas no presenten repercusiones importantes sobre la operación del sistema.

Las precauciones a considerar para el mantenimiento, almacenamiento y montaje de los microprocesadores serán las indicadas por los fabricantes.

— Utilización de los microprocesadores en funciones de seguridad. La utilización de microprocesadores, que son circuitos de lógica secuencial programable a muy alto nivel de integración, para la realización de funciones de seguridad, implica que ésta sea realizada y probada a nivel global, tanto para el material como para el software utilizado.

— Obligaciones suplementarias. Para ayudar a la detección de fallas en los circuitos que utilizan microprocesadores con sus componentes asociados, estos circuitos deberán contener órganos o dispositivos electrónicos para ayuda en el mantenimiento, como son:

Salidas sobre conectores, a través de circuitos adaptadores (buffers) de las líneas de los buses.

Un monitor de fallas.

Una interfaz de entrada salida normalizada 24 V independiente, que permitirá la conexión de periféricos.

Para los circuitos lógicos, la carga será inferior o igual a 0.8 veces la salida prevista por el fabricante. Para las otras características de funcionamiento es conveniente aplicar las reglas de utilización propuestas por el fabricante sin jamás sobrepasar 0.95 veces los valores mayores incluidos en el rubro "Valores límite absolutos".

g) Circuitos híbridos

La selección de la realización de los circuitos con tecnología híbrida (capa delgada o gruesa) debe, de igual manera que los circuitos utilizando microprocesadores, ser justificada.

Dentro de la realización de funciones de seguridad, la utilización de circuitos híbridos queda subordinada al conocimiento actual de las fallas de ciertos componentes (resistencias, condensadores cerámicos multicapas), y a la realización de un estudio caso por caso de la seguridad a nivel global de las funciones, a partir de expedientes y maquetas del fabricante.

Con el fin de asegurar la intercambiabilidad, el fabricante debe prever, para cada circuito híbrido, un plan de aprovisionamiento, incluyendo el mantenimiento para todo el periodo de utilización previsto para el sistema.

— Características de utilización. Los circuitos híbridos pueden ser empleados como en los circuitos con componentes discretos, a reserva de que todas las pruebas de fallas de los diversos componentes puedan ser realizadas.

Las tasas de carga de cada componente elemental de cada circuito híbrido deben confirmar la tasa de carga de los componentes discretos, descritos anteriormente. Además, la potencia disipada por la caja (cápsula) no debe exceder 0.3 veces la potencia disipable, especificada por el fabricante.

Las condiciones climáticas y los requerimientos de mantenimiento, almacenaje y montaje son los mismos que para los circuitos integrados.

h) Fotoacopladores

El uso de este componente debe ser limitado.

La calidad y las condiciones de funcionamiento del fotoacoplador, debe ser elegido de tal manera que la duración de la vida del circuito que lo utiliza, no sea afectada en forma notable por causa de la duración de la vida de este componente (relativo a la característica de transferencia).

El fotoacoplador se considerará de acuerdo a las características de utilización, así como a la colocación de un mismo encapsulado de los componentes discretos, que pueden ser:

Diodo + diodo.

Diodo + transistor.

Diodo + diodo + transistor.

Asimismo, los límites a respetar en las condiciones de funcionamiento, serán para cada uno de los emisores y receptores del circuito optoelectrónico, como los definidos para los componentes discretos.

La tensión de aislamiento máximo para la cual el fotoacoplador podrá ser utilizado, no deberá jamás sobrepasar el valor nominal precisado por el fabricante.

La potencia máxima disipable para este circuito no deberá sobrepasar 0.3 veces el valor especificado por el fabricante.

i) Relevadores industriales de baja tensión y baja corriente

La utilización de un relevador será objeto de una justificación demostrando la buena selección tanto de los objetivos, como de las características mecánicas y eléctricas del relevador (ejemplo: materiales de contactos diferentes según las tensiones a conmutar).

Los relevadores generalmente tienen características particulares de funcionamiento, especificadas por el fabricante; es conveniente que éstas sean respetadas en su utilización.

— Condiciones eléctricas generales de funcionamiento.

Sea:

Uh Tensión máxima de enclavamiento.

Ub Tensión mínima de caída.

Un Tensión nominal.

Umedia Tensión media en los bornes de la bobina del relevador.

Ucresta Tensión de cresta máxima en la bobina de los relevadores.

Umáx Tensión de bobina máxima especificada por el fabricante.

Imín Corriente mínima que circula a través de todo contacto utilizado cuando está establecido.

Imáx Corriente máxima que puede circular en todo contacto.

In Corriente nominal especificada por el fabricante.

Las condiciones de funcionamiento del relevador serán, en todos los casos, previstas para las fuentes de alimentación de las cuales dependen:

Relevadores no alimentados: superior (Umedia, Ucresta) $\leq$ 0.5 Ub.

Relevadores alimentados: Umedia $\geq$ 1.3 Uh y Ucresta $\leq$ 0.9 Umáx.

Corriente en todo contacto útil establecido:

Imín $\geq$ 0.1 In.

Imáx $\leq$ 0.9 In.

Conmutación de contactos en condiciones de tensión de corte apropiados.

Además, en las condiciones normales de utilización de relevadores, con una fuente de energía en su valor nominal, la tensión en los bornes de la bobina deberá ser tal que: 0.9 Un $\leq$ Umedia $\leq$ Un.

— Utilización para las funciones de seguridad. En los casos típicos de utilización de relevadores como órgano de seguridad, éstos deberán ser objeto de una homologación de funcionamiento de seguridad autorizada por el Representante.

— Otros dispositivos. El Representante podrá permitir el uso de circuitos nuevos o de tecnología nueva sobre solicitud justificada. Por regla general, no se deben proponer sino elementos consagrados por muchos años de experiencia industrial y de los que con la estabilización de las tecnologías y modos de fabricación, se puede conocer el funcionamiento, los modos de degradación y el comportamiento.

El Representante precisará para cada caso y de acuerdo a la utilización, las condiciones de empleo a respetar y las degradaciones a tomar en cuenta para los estudios.

El fabricante que se proponga emplear tales dispositivos deberá, por lo tanto, solicitar autorización al Representante, agregando:

Una nota técnica de este componente lo más completa posible.

Varios ejemplares del componente para pruebas.

4. Materiales, piezas mecánicas, tecnología de montajes

a) Circuitos impresos

— Reglas generales:

Los soportes deben ser de epoxy (estratificado) a base de fibra de vidrio autoextinguible o en Kaptón, y figurar en la lista de componentes, asegurándose de la calidad.

El fabricante del circuito impreso debe ser aceptado por un servicio internacional de control de calidad o por el Representante.

Los circuitos pueden ser realizados en forma de circuitos impresos de una cara, doble cara o multicapas.

Los materiales y resultados de fabricación de los circuitos deben satisfacer las normas en vigor.

Las dimensiones del soporte deben ser de múltiplos enteros del paso de la reja fundamental. Los valores recomendados del factor multiplicador son:

24, 31, 38, 42, 45, 47, 52 y 59, para el ancho.

30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100, para el largo.

El espesor del soporte debe ser al menos igual a 1.6 milímetros.

Si la tarjeta es de dimensiones importantes, debe estar equipada de un marco rígido de protección.

Las impresiones conductrices (pistas) deben ser repartidas lo más uniformemente posible al nivel de cada plano impreso. Para las tarjetas a dos caras impresas, la superficie ocupada por la impresión conductriz (pistas) del lado de los componentes debe ser igual a la del lado opuesto.

El espesor mínimo admisible para la impresión del cobre es de 35 μ (micrones).

Las densidades máximas admisibles de corriente dentro de los conductores impresos son respectivamente 1 A/mm y 2 A mm para espesores de 35 μ y 70 μ.

Estos valores se respetarán cualquiera que sea el tratamiento de protección ulterior (estañado, barnizado, revestimiento) aplicables a las partes conductrices.

Por otra parte, respetando las normas, las distancias entre pistas vecinas deben considerar las tensiones existentes y satisfacer lo siguiente:

100 V/mm para las pistas no revestidas.

300 V/mm para las pistas revestidas.

El intervalo mínimo es de 6 mm cuando los circuitos (pistas) deben presentar entre ellos un aislamiento galvánico.

Las partes conductrices impresas no deben usarse como conector.

Las disminuciones voluntarias localizadas a lo largo de las pistas conductrices no están autorizadas más que para los pasajes entre pastillas para broches de DIP y para conectores.

Las disminuciones no deben, sin embargo, conducir a un doblamiento de las densidades de corriente precisadas en esta Especificación, ni conducir a un ancho de conductor por arriba de lo autorizado por las normas en vigor.

Ninguna parte conductriz útil debe encontrarse a menos de 5 mm en todo borde de la tarjeta y si se utilizó guía-carta o marco rígido, entonces estos 5 mm deben respetarse entre las pistas y todos los puntos de obstáculos constituidos por la guía carta o el marco rígido.

Además, ningún conductor susceptible de ser deteriorado se ubicará al alcance de los dispositivos de extracción de tarjetas.

Ninguna pista debe pasar bajo las partes conductrices de los componentes.

Los enlaces entre pistas que presentan entre ellos un ángulo inferior a 90° debe hacerse por un redondeo de radio al menos igual a 1 milímetro.

Los enlaces entre pistas y pastillas* deben ser tales que la pista se mantenga sobre el eje de dirección dado por la pista que pasa por el centro de la pastilla.

Las zonas amplias conductrices para unir las pastillas entre ellas están prohibidas.

La relación de la superficie útil de la pastilla con la superficie del orificio que debe conectarla debe ser al menos de:

2.5, si el orificio recibe una conexión a soldar.

1.5, si el orificio queda libre.

La distancia mínima entre los bordes exteriores de la pastilla y el orificio que la contiene debe ser superior o igual a 0.1 mm. Esta dimensión está dada incluyendo todas las tolerancias.

Un orificio no debe realizar más que una función elemental, es decir:

Un agujero metalizado no puede servir a la vez como unión eléctrica entre caras y como fijación del componente.

En un orificio no puede pasar sino una sola conexión de componente.

Ningún orificio metalizado debe encontrarse en el espacio cubierto por el cuerpo del componente.

Un orificio con función mecánica no debe ser metalizado.

Los diámetros de horadación diferente deben ser minimizados sobre una misma tarjeta, adaptándolos a un diámetro común.

Los cruces realizados por los orificios metálicos deben tener una soldadura en ambas caras.

La horadación de los circuitos impresos debe ser hecha respetando el paso de 2.54 mm de la reja fundamental con una precisión correspondiente a las normas.

El circuito impreso debe contener las indicaciones siguientes:

Sigla o nombre de su fabricante.

Número de referencia de trazo (con índice eventual).

Número de las capas (para los circuitos multicapas).

Un área de cobre de dimensiones mínimas de 10 x 20 mm reservado para los números de serie y de fabricación.

— Circuitos impresos para funciones tratadas en seguridad intrínseca

Dos casos son posibles, considerando que los elementos electrónicos contenidos por el circuito impreso se clasifican como reparables o no.

En ambos casos, el control total de la conformidad y de la calidad del circuito impreso debe ser supervisado, tanto en el material como en los procesos, por el personal designado por el Representante.

i) Circuitos de electrónica reparable. Tomando en cuenta la obligación de respetar la seguridad de un funcionamiento de estos circuitos frente a las fallas posibles que pueden afectar el circuito impreso, la sola modificación a los principios generales precedentes, es que la mínima separación entre bordes de las partes conductoras impresas (pistas) de las caras exteriores sea de 0.6 mm, considerando tolerancias, para las pistas cuya proximi-

---

Las pastillas no sirven mas que para mejoramiento de la conexión entre el orificio metalizado y ésta.

dad no presente ningún riesgo contra la seguridad. Esta distancia tendrá el valor de 1.8 mm, si la aproximación entre dos pistas presenta un riesgo contra la seguridad, imposible de eliminar.

ii) Circuitos no reparables. Los circuitos clasificados de esta manera con la autorización del Representante, son rígidos por las condiciones generales precedentes de realización y sus caras impresas deben protegerse de toda agresión mecánica directa, eléctrica y térmica a menos que el circuito sea cableado. En el caso donde el cortocircuito entre dos pistas próximas puede afectar la seguridad, éstas deberán estar separadas al menos 1 milímetro.

b) Implantación de los componentes

La implantación de los componentes sobre los circuitos impresos, debe satisfacer las directrices siguientes:

— En la medida de lo posible, la implantación de los componentes debe conducir a un equilibrio mecánico en cada tarjeta.

— Si los componentes son demasiado pesados ($>$ 15 g) o demasiado grandes, deben ser dotados de fijaciones mecánicas apropiadas, las que evitarán los fenómenos de resonancia y los deterioros durante el mantenimiento.

— Las fijaciones por medio de soportes deben ser tales que el desmontaje del componente no necesita desmontaje del soporte.

— Los componentes serán implantados del lado (si existe) con menos pistas de cobre de la tarjeta (el estudio del circuito impreso tiene que tomar estos detalles en cuenta).

— Los componentes deben disponerse de preferencia, paralelamente a los bordes principales de las tarjetas, y si es posible todas en el mismo sentido.

— La etiqueta de los componentes debe quedar fácilmente legible cuando éstos se monten.

— El posicionamiento de los componentes debe integrar el método de soldado; por ejemplo en los transistores en el soldaje por ola, se debe soldar en primer lugar su base, con el fin de conseguir una buena distribución térmica del flujo de soldadura sobre los otros dos electrodos. El limpiado de la tarjeta soldada debe hacerse con un material eléctricamente neutro.

— Los componentes no deben encimarse ni presentar superposiciones de una vista de plano. Deben mantenerse distancias de por lo menos 2 mm* al marco rígido.

— La accesibilidad de todos los componentes debe ser suficiente.

— Cuando la tecnología del encapsulado del componente así lo permita, los componentes deberán fijarse contra el circuito impreso.

— Los componentes deben implantarse, generalmente con la cara más grande, paralela al circuito impreso (caso de condensadores con armadura metálica, controlables, especialmente).

— Los componentes con salidas axiales opuestas no deben ser montados verticalmente.

— La implantación de los componentes ajustatables o ajustados (resistencias, condensadores) debe hacerse por medio de soportes (puntas, ganchos o soportes mecánicos en general).

El doblado de las conexiones debe ser tal que:

— La distancia límite entre el área de conexión de un componente y el cuerpo del mismo no debe ser menor de 2 milímetros.

— El radio de curvatura de la conexión debe ser superior a 1.5 veces el diámetro de esta conexión.

— Las conexiones de los componentes no deben presentar rayaduras ni puntos de ruptura.

La puesta en contacto de los componentes con el circuito impreso no es autorizada, a menos que la temperatura máxima, con todas las condiciones de ambiente tomadas en cuenta, de todos los puntos de los componentes, puedan tocar el circuito después de que el montaje no sobrepase la temperatura de 378 K (105°C). De otro modo, estos componentes deben montarse alejados de los circuitos a una distancia que garantice el respeto a los 378 K (105°C) sobre el circuito impreso cuyo valor mínimo está fijado a 2 milímetros.

— Los procesos de doblado de patas de los componentes destinados a mantener a estos últimos alejados de los circuitos impresos sin ayuda de separadores mecánicos o sistemas equivalentes, deben ser previamente autorizados por el Representante.

5. Montaje de transistores

Se distinguen dos casos, según si el transistor utilizado sea o no de potencia.

a) Transistores de potencia (conforme a la clasificación efectuada por el fabricante del transistor)

Todos los transistores de potencia deben incluir un disipador concebido y montado de tal forma que el desmontaje del transistor sea posible sin retirar, ni siquiera parcialmente, el disipador.

* Para las resistencias de pequeña potencia (inferior o igual a 1 W) se admite disminuir esta distancia únicamente a 1.47 milímetros.

El oscurecimiento de la superficie de un disipador no puede ser hecho a menos que el proceso sea aceptado por el Representante (la oxidación anódica está autorizada).

El contacto entre el disipador y el transistor debe ser realizado sobre toda la superficie del transistor previsto para tal efecto.

El empleo de grasa de silicón de alta conducción térmica, para disminuir la resistencia térmica encapsulado-disipador, queda subordinada a un acuerdo del Representante.

El único aislante admitido para aislar el disipador del circuito impreso por medio de separadores, es el teflón y la mica. Estas disposiciones deben ser excepcionales.

La utilización del circuito impreso, aun convenientemente dimensionado para trabajar como disipador, está prohibido.

Las terminales (patas) de un transistor de potencia no deben ser reducidas en su longitud, salvo cuando la tecnología lo autorice.

La utilización del chasis metálico como disipador deberá ser autorizada previamente por el Representante.

b) Otros transistores diferentes a los de potencia

Deberán montarse sobre el circuito impreso con un soporte de material aislante. Este material será autoextinguible. En ningún caso estos transistores estarán provistos de disipadores.

Dentro del caso particular de transistores a efecto de campo de tecnología MOS, es necesario tomar precauciones específicas para no dañar el componente durante la manipulación y soldado.

— Conexiones con el circuito impreso

Las uniones con el circuito impreso deben hacerse únicamente con las terminales (patas), en el caso donde todos los electrodos son utilizables, o con una terminal metálica convenientemente fijada sobre el electrodo del colector de los transistores de potencia (está prohibido utilizar hilos de uniones suplementarios).

Una marca indicando el emisor y la identificación del transistor utilizado, se anota en el circuito impreso. El constructor debe respetar las distancias entre electrodos fijadas por los fabricantes de los componentes, salvo si estas distancias contradicen las reglas aplicables a los elementos de seguridad; en este caso la utilización de los componentes está subordinada a acuerdos previos con el Representante.

El cuarto electrodo denominado C sobre los catálogos, ligado al encapsulado de los transistores de efecto de campo, deberá estar al mismo potencial que el electrodo común (drenaje o fuente) o seguir las indicaciones del fabricante del componente.

6. Montaje de circuitos integrados

Las conexiones de salida de un circuito integrado no deberán, en ningún caso, soldarse si el número de sus conexiones es superior o igual a 20; la conexión con el circuito impreso deberá obligatoriamente realizarse con una base o soporte.

Además, todos los componentes así montados deberán ser mantenidos sólidamente, a un soporte por un sistema mecánico, independiente de las conexiones de la base.

Los soportes-base y las fijaciones antes citadas deberán haber recibido la aprobación del Representante.

7. Conectores

Los conectores deben respetar las condiciones siguientes:

— Ser de broches.

— Tener un paso entre broches de 2.54 mm mínimo.

— Tener entre broches próximos un aislamiento de 2U + 1000 siendo U la tensión de servicio nominal de funcionamiento del equipo.

— Asegurar un aislamiento total, excepto en lugares por soldar o conectar.

— Presentar una distancia mínima de 1 mm entre las partes eléctricas y mecánicas de la fijación.

— Los conectores se fijarán mecánicamente sin soldarse.

8. Soldadura

Todos los métodos de soldadura podrán ser admitidos después de efectuarse un control de calidad por parte del Representante.

En el momento de soldado los componentes deberán ser mantenidos fijos mediante alguna herramienta y no doblando sus terminales contra la cara a soldar.

Cierto doblez podrá aceptarse con la condición de que el ángulo de éste no exceda de 30°, habiendo sido comprobado por el fabricante.

La soldadura de los electrodos sobre el circuito impreso deberá hacerse con una soldadura de calidad homologada (ejemplo: SN/Pb = 60/40 o 63/37 y de alma desoxidada en el caso de soldadura con fierro). La temperatura del soldaje no deberá sobrepasar 508 K (235°C).

9. Hilos y cables

De una manera general los hilos y cables utilizados deben satisfacer la norma en vigor.

Los conductores de unión entre subconjuntos o subensambles deberán ser de cobre flexible; la sección de cobre no deberá ser jamás inferior a 0.5 mm^2. En los casos de material embarcado, la sección de cobre no deberá ser jamás inferior a 1 mm^2.

El empalme entre un elemento interno de una tarjeta y un conductor, deberá ser efectuado por medio de un órgano de unión mecánicamente fijado a este aparato (base de relevadores, terminales, etc.) El procedimiento de un empalme es en principio la soldadura, pero otros procedimientos podrán ser admitidos (conexiones punto a punto por clips, zapatas o similares, etc.) previo acuerdo con el Representante.

10. Piezas de ensamble

a) Consideraciones mecánicas de los equipos

Las cajas, cofres, conectores, etc., instalados en el túnel o montados a bordo de los carros, deberán ser robustos como es la regla para materiales de Metro. Los equipos provistos de su embalaje deben poder soportar, sin deterioro mecánico ni alteración de sus características eléctricas, los choques y vibraciones ordinarias durante el transporte por vía terrestre o férrea. Las condiciones de prueba correspondientes serán definidas por el Representante.

Por lo anterior, el material no embalado pero provisto de amortiguadores, deberá soportar, sin deterioro ni modificación de sus características eléctricas, las pruebas indicadas por las normas en vigor, tomando en cuenta las condiciones mecánicas de utilización mencionadas anteriormente.

b) Ensamblado de cartas o elementos constitutivos de los equipos

Cuando los elementos que constituyen un equipo son unidos únicamente a una parte fija por sus salidas, se deberán tomar en cuenta todas las disposiciones necesarias, para evitar esfuerzos de tracción o compresión sobre los puntos de fijación y para asegurar la protección de los puntos de soldadura.

Para este efecto particularmente se recomienda utilizar:

— Correderas para el guiado (sobre toda la longitud de las cartas).

— Marcos rígidos.

En todos los casos, la fijación de las diferentes cartas o elementos debe ser suficientemente rígida para evitar todo posible contacto con otro elemento. En principio, toda pieza no aislada debe ser separada de cualquier otra que presente, con relación a la primera, una diferencia de potencial cualquiera que sea, por una distancia de 3 milímetros.

Si no es posible asegurar esta distancia, pueden admitirse excepciones fijadas por el Representante cuando se realicen las condiciones siguientes:

— Las piezas son fijadas a un chasis o a una parte fija no susceptible de deformarse.

— El contacto accidental entre piezas próximas con menos de 3 mm de separación entre una y otra, no debe tener incidencia contraria a la seguridad.

c) Uniones de cartas o elementos constitutivos de un equipo

El empalme de elementos internos de un equipo debe efectuarse por medio de un órgano de unión mecánicamente fijado a este equipo (conector en cartas madres, bases, etc.). El procedimiento de empalme es en principio la soldadura, pero otros procesos pueden ser admitidos (conexiones punto a punto, por clips, terminales) previo acuerdo con el Representante.

Los órganos de unión utilizados deben asegurar el mantenimiento en su lugar de los elementos en caso de conexión defectuosa y no permitir un contacto intempestivo entre dos conductores normalmente aislados entre sí, especialmente en los circuitos previstos para funciones de seguridad.

d) Piezas mecánicas

Las diferentes piezas mecánicas están constituidas por:

— Acero. Deben protegerse por un proceso de niquelado (Ni Cu 20/Fe), por sistema electrolítico de zinc (Z = 15 microns-m) o por cadminizado (Cd 10); las rondanas de tipo estrías serán siempre cadminizadas, ya que otros métodos tienen la reputación de no ser efectivos.

En el caso particular de circuitos magnéticos, de inductancias o los transformadores, la protección es normalmente asegurada por el barniz de impregnación.

— Aleación de cobre. La aleación debe siempre protegerse por un niquelado Ni 10/Cu), o un proceso equivalente, si el contenido de cobre es inferior a 85 por ciento o por duclanización o proceso equivalente, para las piezas sobre las cuales los conductores deben ser unidos por soldadura.

— Aleación de aluminio. La aleación debe ser en principio del tipo A S13, moldeado Y20 o Y30; una protección por metalización con zinc (Zn 40) podrá ser agregada; todas las disposiciones útiles deben ser consideradas para evitar una acción electrolítica o electroquímica entre los materiales de naturaleza diferente que estén en contacto; en caso comprobado una protección adecuada se debe prever.

e) Tornillos y pernos

Los tornillos y los pernos son en principio de aleación de cobre, excepto si las piezas ensambladas son de aluminio, en aleación de aluminio, o son parte de los equipos electrónicos del material embarcado; en el caso en cuestión, los tornillos y los pernos pueden (deben ser para los materiales embarcados) ser en acero, si están protegidos contra una alteración eventual por la humedad atmosférica o si son en acero inoxidable.

f) Presentación de los equipos

Cuando los equipos son realizados en bloques funcionales, las posibilidades de ventilación compatibles con el calentamiento admisible de los diversos componentes, en las condiciones más severas de utilización, deberán preverse.

Los orificios para el paso de los conductores o del trenzado de los conductores deben ser ampliamente dimensionados, exentos de rebaba y no tener ángulos agudos. Además, cuando los conductores tengan el riesgo de ser lastimados al pasar por el orificio, éste deberá contar con un tubo o separador aislante. La unión con los circuitos exteriores debe efectuarse:

— Sobre bornes u otros dispositivos de unión.

— Por medio de una toma de broche o de un conector; en este último caso el espaciamiento entre dos partes no aisladas bajo tensión debe satisfacer las condiciones impuestas para las líneas de fuga.

— El cableado debe realizarse por peines o trenzado de tal manera que, la parte desnuda de los conductores sea lo más corta posible para evitar los contactos intempestivos en caso de corte, pero con flacidez suficiente para evitar las rupturas resultantes de una tracción accidental sobre el trenzado.

— Cada equipo, cualquiera que sea su montaje, debe poder ser cambiado sin retirar otro equipo ni desplazar el trenzado de los cables. El cambio de un conjunto de equipos debe poder hacerse en las mismas condiciones. Es conveniente, en la medida de lo posible, evitar la multiplicidad de tipos de componentes, piezas mecánicas y de elementos de equipos.

Los equipos deben contar con todas las referencias, puntos de prueba o de ajustes necesarios para el mantenimiento, así como el sistema destinado al desmontaje fácil de los elementos constitutivos de este equipo.

Para los equipos fijos se deberá entregar un documento completo que facilite las intervenciones (esquemas eléctricos y electrónicos, disposición de los elementos constitutivos, referencia de los borneros, etc.).

11. Barniz

Los barnices están esencialmente destinados para proteger los circuitos impresos. Estos serán aplicados por proyección en capa delgada.

a) Barniz soldable

La capa de barniz depositado sobre el circuito impreso deberá tener un espesor suficiente para asegurar un aislamiento correcto de los conductores protegidos; considerando sin embargo, el hecho de que algún elemento falle, su cambio se facilitará y una sola intervención local será necesaria para reponer la protección inicial.

b) Barniz no soldable

La protección obtenida por este barniz no difiere del anterior, más que por la imposibilidad absoluta de efectuar una intervención a nivel de los elementos protegidos.

La lista de tales barnices no será limitativa y todo nuevo producto deberá ser sometido a la aprobación del Representante.

El modo de protección de circuitos impresos no deberá provocar problemas mecánicos, ni alteraciones químicas sobre los componentes y sus conexiones.

12. Pinturas

La protección con pintura está esencialmente destinada a la protección de piezas mecánicas.

Todas las disposiciones útiles deberán ser consideradas para evitar una acción electrolítica, o electroquímica entre dos materiales de naturaleza diferente puestos en contacto.

Por regla general, las partes metálicas exteriores deben ser protegidas después de la aplicación de las capas inferiores necesarias.

Se protegerán contra la intemperie con una pintura gliceroftálica secada al horno o por otro procedimiento equivalente que estará sujeto a un acuerdo con el Representante.

a) Protección de los circuitos impresos

— Las pistas de los circuitos impresos deben ser protegidas en los siguientes casos:

Las pistas exteriores de los circuitos impresos, además del barniz de protección global final, deben ser recubiertos con un depósito de estaño o plomo aplicado por un proceso electrolítico o con un barniz tipo relieve.

— La utilización sucesiva del estañado y de un barniz de relieve, se hará en la medida de lo posible, donde el procedimiento de soldadura de los componentes no conduzca a una pérdida de la adherencia del barniz de relieve que protege las zonas estañadas.

— Con capas aislantes en fibra de vidrio o en Kaptón asociado a resinas epóxicas, suficientes para proteger las capas impresas.

— Sin embargo, otro tipo de protección de circuitos impresos puede estar sujeto a acuerdo con el Representante.

b) Otras protecciones

Cuando sea necesario, protecciones especiales tales como una cubierta, protección de cajas de relevadores por capas (de silastene) podrán ser solicitadas al fabricante; sea cual sea la protección empleada, ésta deberá presentar las cualidades indispensables requeridas para todo material utilizado en el sistema del Metro:

— Aislamiento correcto.

— Consideración al fuego sin liberación de gases tóxicos y humos.

— Inalterabilidad en función del envejecimiento y del medio ambiente.

13. Sistema contra equivocación

Si se comprueba que en un equipo se tiene riesgo de confusión entre dos o varios elementos constitutivos, será necesario introducir uno o varios sistemas contra la equivocación o confusión.

Este sistema (mecánico o eléctrico) deberá estar constituido de tal forma que sea imposible una equivocación entre los elementos constitutivos de los equipos, tanto al momento del montaje como al de una intervención de mantenimiento.

14. Dispositivos de prueba

Cada equipo, debe en caso de un defecto, permitir la detección fácil de las fallas, para agilizar la rapidez de la intervención. Los elementos constitutivos del equipo y el equipo mismo deberán contener un cierto número de tomas de prueba que será definido al momento del estudio técnico de ese equipo en colaboración con el Representante.

El acceso a esos puntos de prueba se hará sin desmontar (excepto eventualmente la cara delantera del equipo), y podrán ser adaptados a un dispositivo simple y eficaz de prueba, que será entregado por el proveedor al momento de la entrega de la preserie.

15. Referencia (identificación)

a) Referencia de los elementos constitutivos de un equipo

Cada elemento constitutivo de un conjunto de aparatos deberá contener, por lo menos:

— El nombre del constructor.

— Denominación.

— Tipo.

— Número de serie de fabricación.

Diferentes técnicas de identificación podrán ser empleadas a reserva de ser legibles, indelebles e inamovibles.

Es de notar que las etiquetas metálicas están prohibidas en la medida donde éstas sean susceptibles de desprenderse y de crear cortocircuitos entre los elementos conductores.

b) Referencia de los equipos

Cada equipo deberá contener, por lo menos:

— Su denominación.

— Su número tipo y/o de serie.

— El nombre del fabricante.

— Sus características principales (potencia, alimentación).

— Su fecha de fabricación.

— Eventualmente, su fecha de recepción o de control en fábrica.

Varios procedimientos podrán ser admitidos a reserva de que las informaciones queden visibles sin necesidad de desmontar los aparatos. El marcaje deberá ser legible, indeleble e inamovible.

16. Fallas de componentes

Los modos de falla de los componentes son específicos de las tecnologías y el tipo de fabricación utilizado. En consecuencia, esta parte del presente documento es revisable dentro del tiempo, en función de las modificaciones que puedan intervenir sobre los componentes (aparición de nuevos componentes). Si un constructor considera el empleo de un componente electrónico nuevo, deberá previamente someterlo a la consideración del Representante.

Para ello, el constructor facilitará una noticia técnica lo más completa posible (características eléctricas y de fiabilidad, modos de fallas posibles, tecnología y técnicas de fabricación), así como varios ejemplares del componente para estudio y pruebas.

Este párrafo no comprende los componentes de potencia elevada.

a) Descripción de los modos de falla de los principales componentes electrónicos

Resistencias

— El empleo de resistencias de carbón aglomerado está prohibido.

— Resistencia a capas. La capa resistiva puede ser:

De carbón

De metal

De óxido metálico

— Abertura del circuito de la resistencia.

— Variación continua o por salto del valor de la resistencia, después de que su valor nominal disminuye de 5 por ciento de su tolerancia y de su variación posible dentro del intervalo de temperatura hasta el infinito.

— Además, se podrá considerar la disminución hasta cero del valor de la resistencia, si la capa está dispuesta sobre un substrato no lleno, o si la resistencia es utilizada fuera de su intervalo de frecuencia específica. Las resistencias ajustables, de las cuales su utilización no es aconsejable, no podrán ser consideradas sin disminución posible de su valor, sólo si el sistema de ajuste es inmovilizado, de común acuerdo con el Representante (un potenciómetro no es considerado como resistencia ajustable).

Resistencias embobinadas

— Abertura del circuito de la resistencia.

— Variación continua o por salto, del valor de la resistencia, después de que su valor nominal disminuye del 5 por ciento de su tolerancia y de su variación posible dentro del intervalo de temperatura hasta el infinito.

— Disminución parcial o total del valor de la resistencia siguiendo la tecnología empleada.

La no posibilidad de disminución no podrá ser aceptada, sólo por una justificación tecnológica dada por el fabricante.

Termistancias y varistancias

Mismas fallas que las resistencias a capas; la resistencia puede variar de cero a infinito.

b) Potenciómetros

A materiales idénticos y tecnología comparable, las reglas y fallas posibles enunciadas para las resistencias se aplican a los potenciómetros. Además, hay que agregar:

— Variación monótona o por salto de la resistencia de contacto del cursor entre el valor mínimo y el infinito.

— Variación monótona o por salto de referencia de división entre cero y uno.

Es necesario recordar que la utilización de tal componente se debe evitar.

c) Capacitores

— Capacitor de film plástico metalizado enrollado.

Corte de una o varias conexiones del capacitor.

Cortocircuito del capacitor.

Variación monótona de la capacidad del capacitor entre 0.9 veces su capacidad nominal disminuida de su tolerancia, y su capacidad nominal aumentada de su tolerancia.

Variación de la resistencia serie del capacitor desde su valor real hasta el infinito.

Variación monótona de la resistencia de fuga desde el infinito hasta cero.

En el caso particular de capacitores de armaduras controladas, la falla suplementaria posible es el aumento de la resistencia serie entre las dos conexiones de una misma armadura, desde su valor real hasta el infinito.

— Otros capacitores

Además de los casos de fallas enunciadas anteriormente, se podrá considerar la disminución del valor de su capacidad hasta cero.

La justificación de una limitación en la disminución de la capacidad, si existe, será entregada por el fabricante.

d) Embobinados y transformadores

— Corte de cada embobinado.

— Variación monótona o por salto de la resistencia serie de cada embobinado, desde su valor nominal disminuido de la tolerancia hasta el infinito.

Además, si han sido consideradas las precauciones tecnológicas suficientes, para eliminarlas se podrán considerar las excepciones siguientes:

— Cortocircuito parcial o total de cada embobinado.

— Defecto de aislamiento (resistencia de fuga o contactos intempestivos) entre embobinados.

— Desplazamiento, pudiendo ir hasta el retiro del núcleo de ajuste.

— Disminución de la inductancia específica del circuito magnético.

— Disminución de la inducción de saturación del circuito magnético.

— Desolidarización parcial o total de las partes del circuito magnético.

La eficacia de las precauciones tecnológicas debe ser probada por el fabricante.

e) Diodos simples, Zener, Diacs (a unión PN)

— Apertura del circuito de diodo.

— Cortocircuito del diodo.

— Variación de la resistencia serie desde su valor nominal, disminuido de su tolerancia hasta el infinito.

— Variación monótona o por salto de la resistencia de fuga (traduciendo la corriente de fuga de la superficie) desde su valor real hasta cero.

— Variación monótona o por salto de la corriente de fuga del volumen, desde su valor real, hasta 10 veces el valor máximo especificado por el fabricante del componente, para la temperatura de unión y la tensión inversa máxima, dentro del circuito que utiliza el diodo.

— Alteración de la característica inversa (efecto Zener o de avalancha) que se caracteriza por una conducción resistiva parásita que empieza entre VZ/2 y VZ (VZ es la tensión de umbral). Esta seudoresistencia puede tomar todos los valores desde 1000 ohms hasta el infinito.

— Alteración del color de luminosidad para el caso particular de diodos emisores de luz (electroluminiscentes).

f) Transistores a unión PN

— Apertura de una o varias conexiones.

— Cortocircuito entre electrodos.

— Variación monótona o por salto de la resistencia directa de un electrodo, desde su valor nominal, disminuido de su tolerancia, hasta el infinito.

— Variación monótona o por salto de la resistencia de fuga de unión (traduciendo la corriente de fuga de superficie), desde su valor real hasta cero.

— Variación monótona o por salto de corriente de fuga del volumen de unión, desde su valor real, hasta 10 veces el valor máximo, especificado por el fabricante del componente, para las condiciones máximas de temperatura de unión y de tensión inversa en el montaje considerado.

— Alteración de la característica inversa de unión que se determina por una conducción resistiva parásita, que empieza entre Vc/2 y Vc (Vc es la tensión de ruptura). Esta seudoresistencia puede tomar todos los valores desde 1000 ohms hasta el infinito.

g) Circuitos híbridos

Las fallas que pueden afectar a los circuitos híbridos son:

— Aquéllas debidas a los componentes relacionados que responden a las enumeraciones precedentes.

— Aquéllas debidas a los componentes específicos:

Resistencia: variación monótona o por salto del valor de la resistencia entre cero e infinito.

Las limitaciones a esta variación son considerables a partir de las justificaciones tecnológicas suficientes, suministradas por el fabricante.

Inductancias: ver el siguiente capítulo donde se tratará el caso de bobinas con espiras no protegidas.

— Aquéllas debidas a conexiones y pistas:

Ruptura de una o varias conexiones.

Desconexión de un puente.

Cortocircuitos entre pistas, entre conexiones, entre pistas y conexiones.

Conexión o pista resistiva donde el valor óhmico, puede variar entre el valor real de la unión y el infinito.

Capacitancias y resistencias de flujo.

h) Circuitos integrados

Para las fallas que pueden intervenir a nivel de cada componente elemental, es necesario considerar las fallas múltiples simultáneas, que se transforman en fallas del modo común, tomando en cuenta la alta integración de estos circuitos.

i) Relevadores

— Ruptura del hilo de la bobina.

— Modificación de los intervalos de atracción y caída.

— Ruptura de una conexión.

— Aislamiento de un contacto.

— Contacto resistivo después de su valor real hasta el infinito.

— Pegado o soldado de contactos (salvo si el contacto es carbonizado).

— Rebote de contacto al establecimiento o a la abertura.

— Sobreposición al momento del cierre de los contactos reposo y trabajo, excepto para los relevadores que se consideren exentos de este riesgo.

El intervalo de frecuencias del rebote es propio para cada tipo de relevador.

j) Circuitos impresos

— Cortocircuito entre pistas cercanas.

— La resistencia de fuga entre pistas cercanas cuyo valor puede variar de su valor real hasta cero.

— Capacidad de fuga entre pistas cercanas pudiendo variar entre 0 y 50 P^F/m (valor tomando en cuenta la distancia mínima entre pistas, según la norma en vigor y con un espesor de 70 μm).

— Ruptura parcial o total de una pista.

— Variación monótona o por salto de la resistencia de una pista, desde su valor real, hasta el infinito.

Dentro de los circuitos multicapas, los cortocircuitos entre pistas de capas diferentes o entre las pistas cercanas de una misma curva, no son aceptados, excepto si los bordes más cercanos de esas partes conductrices están distantes, respectivamente, por lo menos 0.1 mm y 0.6 mm, según la realización del circuito.

k) Uniones eléctricas, contactos

— Intermitencia de la continuidad eléctrica.

El contacto eléctrico puede ser interrumpido en forma aleatoria o en forma cíclica, hasta una frecuencia de 1000 Hz.

Como la frecuencia de interrupción de la unión y la relación entre los tiempos de contacto y aislamiento son, eminentemente, dependientes de las fuentes de vibración de las masas, de los volúmenes y de las técnicas de unión eléctricas, cada caso crítico será considerado de forma particular.

— Variación de la resistencia óhmica de contacto, desde su valor real, hasta el infinito.

Los dos modos de falla pueden estar combinados.

17. Medio ambiente de los equipos

El funcionamiento de los circuitos electrónicos no escapa de las influencias del medio ambiente que, en el caso particular del Metro de la Ciudad de México, presenta casos específicos importantes. Para que un producto realice lo mejor posible su función, es indispensable describir antes de su concepción, y de la manera más completa posible, las características dentro de las cuales el sistema será operado. Deben ser precisados para cada parte del sistema y para cada sitio, los límites de los factores técnicos de perturbación, de los cuales los principales son:

— Climáticos

— Mecánicos

— Eléctricos

a) Condiciones climáticas

Todos los componentes utilizados dentro de los equipos electrónicos, todos los aparatos y todos los materiales deben poder funcionar sin defecto conforme a las normas generales y particulares en vigor, salvo para las condiciones específicas fijadas por el Representante y, en este caso, son éstas las aplicables.

Por ejemplo: dentro de los locales técnicos del Metro, así como dentro de los trenes, la temperatura ambiente media es de 318 K (45°C), por lo que se tienen que elegir ciertos componentes dentro de la gama de temperaturas militares de 218 K (−55°C) a 398 K (125°C).

b) Condiciones mecánicas

Se precisará el medio ambiente mecánico para cada preparación destinada a alojar los equipos electrónicos; los valores máximos de las restricciones mecánicas quedarán asentados. Estos parámetros considerarán a la vez el tránsito normal y el paso de ciertos órganos de comunicación a los lugares de tránsito posibles (túnel, viaducto, etc.), ya sea para el equipo embarcado o para los materiales instalados en la vía. Además, los equipos deberán igualmente, poder soportar sin desgaste las operaciones de mantenimiento.

Materiales montados sobre los bugies:

— Amplitud de las vibraciones.

— Frecuencia de las vibraciones.

— Velocidades y aceleraciones vibratorias.

— Tres direcciones principales de vibración.

Materiales a bordo de las cajas:

— Amplitud de las vibraciones.

— Frecuencia de las vibraciones.

— Velocidades y aceleraciones vibratorias.

— Omnidireccionalidad de las vibraciones.

Materiales en armarios, a lo largo de la vía, o dentro de los locales técnicos.

En general, se impone a los materiales destinados a estas preparaciones, las mismas restricciones vibratorias que aquéllas aplicables a los materiales a bordo de las cajas.

Materiales fijados en la vía o durmientes:

Cada material deberá ser concebido para resistir sin degradación las restricciones repetidas (a cada paso del eje) caracterizadas por:

— La amplitud de las vibraciones.

— Frecuencia de las vibraciones.

— Velocidad y aceleración vibratorias.

— Repetitividad de los choques vibratorios.

— Omnidireccionalidad de las vibraciones.

c) Condiciones eléctricas

— Campos radiales y parásitos. Todas las precauciones deberán ser tomadas (blindaje por ejemplo), para que el campo radiado y los parásitos emitidos por cada equipo, no tengan un riesgo de perturbar a los equipos cercanos.

— Aislamiento, rigidez dieléctrica y consideración para las ondas de choque.

Equipos que deben presentar un aislamiento galvánico. Deben presentar un aislamiento galvánico entre los circuitos de entrada y de salida de la señal, así como entre estos últimos circuitos y la masa mecánica del equipo (excepto cuando la imposibilidad de separar las masas eléctricas y mecánicas es demostrada):

— Los equipos situados en la frontera, entre los dispositivos instalados en la vía, o en el campo y los equipos situados dentro de armarios.

— Los equipos para los cuales una unión intempestiva o un defecto de aislamiento entre los conjuntos aislados galvánicamente, producen o tienen un riesgo de producir un efecto contrario a la seguridad.

En los casos anteriores se aplicará durante un minuto, por una parte entre conjunto de los bornes de conexión y la masa del equipo, por

otra parte entre los circuitos de entrada y de salida, una tensión alterna sinusoidal con frecuencia 50 Hz y de un valor eficaz 2000 V, o una tensión continua de 3000 V (dentro de este último caso la operación deberá ser renovada durante la misma duración, e invirtiendo la polaridad de la tensión aplicada).

Para los equipos sujetos a tensiones elevadas (U > 500 V), excepto prescripción contraria, la tensión a aplicar entre los conjuntos definidos anteriormente, es de 2 U + 1000 V (eficaz) en el caso de utilización de una tensión alterna sinusoidal de 50 Hz y 2 U + 2000 V en el caso de utilización de una tensión continua (U es la tensión de servicio nominal de funcionamiento del equipo).

Equipos que presentan por construcción un aislamiento galvánico y que no entran en las categorías definidas en el párrafo anterior. Cuando un equipo presenta por construcción un aislamiento galvánico no funcional, los criterios que permitirán juzgar la calidad del producto serán dados por el Representante.

Sin embargo, las tensiones de prueba podrán ser diferentes en función de la tecnología utilizada. En ningún caso esta tensión de prueba será inferior a 500 V efectivos o eficaces, eff, 60 Hz, 750 V, tensión continua. Tomando en cuenta los esquemas de aplicación, los equipos no podrán ser probados en cuanto a su aislamiento una vez montados en una tarjeta o subconjunto.

Consideraciones para las ondas de choque. Los equipos alimentados y colocados en las diversas condiciones de funcionamiento, deben soportar sin alteración de ninguna forma la onda de choque de tensión cresta de 2 kV aplicados directa e inversamente:

— Entre los bornes de alimentación.

— Entre los bornes unidos a circuitos exteriores (línea o vía).

— Dentro de las condiciones definidas para las pruebas de rigidez dieléctrica.

Aislamiento. El aislamiento medido bajo una tensión nominal de 500 V continua, entre el conjunto de bornes unidos entre ellos y la masa (tierra) de un conjunto funcional, no debe ser inferior a 200 MΩ. Esta medida debe ser independiente de la prueba de ruptura dieléctrica y ésta se hará posteriormente al menos después de 15 minutos.

— Alimentación. Los equipos electrónicos pueden ser alimentados por dos grandes categorías de alimentaciones: las alimentaciones directas y las alimentaciones especiales.

— Alimentaciones directas. Los equipos que tomarán su energía de una fuente habitualmente disponible, de los cuales las características son editadas dentro de las especificaciones técnicas relativas a cada mercado:

  Red: Naturaleza de la corriente, frecuencia y su estabilidad, amplitud y su estabilidad y potencia disponible. Indicar igualmente los cortes fugitivos eventuales para el material en túnel.

  Fuentes del tren: naturaleza, frecuencia, amplitud, estabilidad de corriente y potencia disponible.

— Alimentaciones especiales Estas son las alimentaciones que utilizan ellas mismas las fuentes de alimentación directas, necesarias para el funcionamiento de ciertos equipos que no pueden utilizar una alimentación de manera directa. Estos pueden ser constituidos por un simple transformador local de alimentaciones estabilizadas, un convertidor, una batería o cualquier otro dispositivo.

— Defectos de alimentación. Las alimentaciones directas no son, generalmente, tratadas en seguridad. Además, los constructores deberán durante los estudios sobre los circuitos de seguridad tomar en cuenta las desviaciones, perturbaciones normales y fallas posibles sobre las alimentaciones especiales, así como las desviaciones, perturbaciones normales y fallas sobre las alimentaciones directas.

La concepción y la realización de las alimentaciones especiales deberán ser coherentes con todas las particularidades (intervalo de funcionamiento, sensibilidad a los microcortes, etc.), presentados por los circuitos que sacarán su energía: por ejemplo la utilización de circuitos lógicos programables con alta integración, no soportan por su seguridad de funcionamiento bajas alimentaciones o sobrealimentaciones importantes.

Las alimentaciones especiales, que suministran la energía a los circuitos de seguridad, deberán ser enlazadas a una fuente primaria monofásica o en el caso de los circuitos alimentados en trifásico, estarán provistos de un dispositivo que impida el funcionamiento con una o dos fases abiertas (disyuntores termomagnéticos, diferenciables, transformadores de intensidad, control de equilibrio y de carga de las fases, etc.) El carácter de seguridad o no de estos dispositivos, dependerá de las hipótesis hechas en cuanto a las condiciones de alimentación y de funcionamiento, de los circuitos de seguridad dependiendo de la alimentación especial.

Los equipos deberán ser protegidos contra los riesgos de inversiones accidentales, por medio de dispositivos mecánicos para evitarlos.

— Variación de los parámetros de una alimentación. Todas las alimentaciones son susceptibles de variaciones lentas o fugitivas, así como de ondulaciones permanentes. Los contructores deberán tomar en cuenta estas variaciones dentro de la concepción y realización de los materiales.

Variación de la tensión de salida. Las alimentaciones primarias alternas, que son suministradas directamente de la red, son susceptibles de variaciones lentas de + o $-\alpha$%, en relación con su valor nominal (10% generalmente).

Las alimentaciones primarias provenientes de las baterías de acumuladores, pueden tener sensibles variaciones de tensión. Así, la tensión de una batería 72 V (tensión nominal) puede variar de 50 a 90 volts.

Es lo mismo para toda alimentación directa proporcionada por una batería, sea cual fuere su tensión nominal. Si U es la tensión nominal en las terminales de la batería sus límites serán de: 0.70U a 1.25U para el material embarcado y de 0.94U a 1.2U para las instalaciones fijas.

Las alimentaciones especiales son concebidas para presentar variaciones mucho más bajas en funcionamiento normal. Una tolerancia de −4% a + 6% de tensión nominal, dentro de la gama de carga y de temperatura será habitualmente pedida.

Variación de la frecuencia. Las fuentes primarias que salen directamente del sector distribución, serán susceptibles de presentar las variaciones de − X Hz a + Y Hz en frecuencia; además, la presencia de armónicas impares (armónicas 3, 5, 7, 9, 11, 13, 17, 23, 25) deberá ser tomada en cuenta.

Para las alimentaciones estabilizadas o especiales que deben suministrar una tensión alterna (sinusoidal, cuadrada) la frecuencia deberá estar dentro de la gama definida por la frecuencia nominal + OV − 5%.

— Sobretensiones debidas a los cables. Los hilos de las alimentaciones se pueden considerar como las fuentes de las fuerzas electromotrices periódicas de inducción de forma cualquiera, que vienen a sobreponerse a las tensiones de alimentación, excepto precauciones particulares (separación de los conjuntos perturbantes y perturbados).

Fenómenos parásitos y transitorios debidos a los hilos pueden aparecer y agregarse a las sobretensiones precedentes.

Para las alimentaciones especiales, la ondulación residual propia de las alimentaciones continuas, no deberá sobrepasar el 1 por ciento de la tensión nominal, siendo realizada la medida de cresta a cresta.

— Compatibilidad entre las alimentaciones y los equipos. Para asegurar una compatibilidad perfecta entre los aparatos y las fuentes de alimentación, así como un buen margen de funcionamiento, los receptores de los cuales la fuente de alimentación normal deberá ser totalmente descrita (en regla general para estudio conforme a las reglas siguientes), deberán funcionar normalmente y en permanencia para una tensión de alimentación variante dentro de un intervalo de tolerancia más grande que la admitida para la tensión de salida de las alimentaciones.

  Por ejemplo, este intervalo será, salvo especificación contraria, al menos de − 10% a + 20% para las instalaciones fijas; − 30% a + 25% para el material embarcado conectado a una alimentación no especial.

— Selección de las tensiones de alimentación. Ellas deberán ser escogidas dentro de la gama de tensiones nominales normalizadas siguientes:

  Alterna: 24V, 127V, 220V, 380V (tensiones eficaces a 50 Hz, 60 Hz, o 400 Hz).

  Continua: +5V, −5V, +12V, −12V, +15V, −15V, +24V, −24V, +48V, +72V.

— Influencia de la resistencia interna de las fuentes

  Resistencia de fuente. El equipo debe funcionar normalmente con una caída de tensión dentro de su circuito de alimentación, igual al 8 por ciento de la tensión nominal de la batería o del dispositivo de alimentación. Esta caída de tensión será materializada dentro de los montajes de ensayo, para una resistencia serie (resistencia de fuente) donde el valor no será en ningún caso inferior a 0.15 ohms. Los equipos no deberán deteriorarse si las tensiones de batería o de los dispositivos de alimentación son inferiores a las condiciones nominales definidas posteriormente. Además, deberán funcionar normalmente luego que la tensión retorne a un valor aceptable.

  Ondulación medida a los bornes de la resistencia de alimentación. La tensión de ondulación cresta a cresta provocada por el aparato en funcionamiento (dentro de las condiciones que conducen a un consumo máximo) y medida entre bornes de la resistencia de fuente, ajustada a un valor que conduce a una caída de tensión de 8 por ciento, no debe sobrepasar 4 por ciento de la alimentación.

  Distribución de alimentaciones. Cuando un aparato contiene varios subconjuntos alimentados por una fuente interna común, cada subconjunto debe ser conectado a esta fuente por un circuito independiente, constituido por conductores trenzados de sección conveniente.

18. Otras condiciones

a) Ruidos

Para garantizar un confort acústico aceptable tanto a los utilizadores de los sistemas como a las personas transportadas, es indispensable fijar los límites máximos admisibles (normalización) de ruidos que pueden producir todos los materiales electrónicos, material rodante, compresores, etcétera.

Es necesario de satisfacer, los intervalos de ruido:

— En el carro

— En la estación

— En el túnel (reverberación)

— En tramo elevado

— En comunicaciones

— Dentro de los locales técnicos.

Generalmente, este tipo de confort está regido por normas oficiales.

b) Otros

Los aparatos deberán ser protegidos por medios adecuados contra los efectos eventuales debidos a la presencia:

De polvos metálicos.

De campos magnéticos y electromagnéticos.

De grasas o aceites minerales para los materiales embarcados o situados en la proximidad de las vías.

De agentes químicos diversos contenidos dentro de los productos de mantenimiento.

19. Normas — Nivel de calidad

El transporte de pasajeros es un servicio público. En consecuencia las personas que explotan las líneas deben respetar las normas, los reglamentos y las políticas oficiales en vigor, adaptadas al caso y con el respaldo de las autoridades, especificadas al sistema de transporte de personas.

La lista de todas las normas y referencias utilizadas, deberán estar editadas en un cuaderno de especificaciones técnicas.

La seguridad dentro de un servicio de transporte de pasajeros se mide a nivel global de explotación. En consecuencia, es necesario asegurar en forma armoniosa, y con un alto nivel de calidad, los suministros desde la concepción hasta la utilización, pasando por el mantenimiento y consignas de explotación.

001.C.07 EMPAQUE Y TRANSPORTE

El proveedor deberá entregar un programa de puestas FOB (libre a bordo) acorde al programa general. El transporte estará a cargo del Representante, del puerto de embarque a sus almacenes. El embalaje quedará a cargo del proveedor y deberá adaptarse al contenido y modo de transporte. El transporte de los almacenes al lugar de la instalación estará a cargo del proveedor.

001.C.08 CAPACITACION

Si el sistema propuesto es diferente al que actualmente se utiliza en las líneas en servicio del Metro de la Ciudad de México, el proveedor de señalización tendrá que proponer un ciclo de capacitación el cual se discutirá con el Representante, para ser analizado y aprobado oportunamente. El ciclo de capacitación deberá estar concluido tres meses antes de la puesta en servicio.

La documentación del curso de capacitación deberá ser en copias para el personal que sea capacitado y en maduros reproducibles para el Representante. El idioma de la información y el utilizado por los instructores será el español y el sitio donde se realice esta capacitación será analizado y acordado conjuntamente entre el proveedor y el Representante.

001.C.09 REFACCIONES

Fuera de los materiales de refacción previstos por la garantía, el proveedor propondrá al Representante para su aprobación un lote de material de refacción equivalente al 3 por ciento del monto de los suministros, el cual será entregado a más tardar el día de la puesta en servicio. El proveedor deberá garantizar por lo menos 10 años de suministros de todos los materiales instalados. Para el material que no fabrique el proveedor, éste deberá proporcionar por lo menos dos fabricantes que suministren estos materiales, así como toda la información técnica correspondiente.

001.C.10 ALCANCES. LIMITE DEL PROVEEDOR

001.C.10.a Suministros

El proveedor se hará cargo de los estudios y todos los suministros necesarios para la realización de las instalaciones, considerando los materiales y reservaciones otorgados por el Representante.

1. Suministros a cargo del Representante:

— Las charolas o ductos para cables principales a todo lo largo de la línea sobre muros laterales.

— Los cruces (principales) debajo de las vías, a nivel de estaciones.

— Conexiones longitudinales (continuidad eléctrica del sistema de rodamiento en riel y pista).

— Las juntas aislantes.

— Los soportes de los motores de aguja y los tirantes de mando.

— Las partes mecánicas (cerrojos) de los controladores individuales y axiales de las láminas de agujas, con exclusión del controlador y sus accesorios de montaje.

El proveedor deberá asegurarse de la compatibilidad de sus equipos con los suministros y prestaciones del Representante. Los estudios, trabajos, equipos y materiales posiblemente necesarios para dicha compatibilidad estarán a cargo del proveedor, salvo otro acuerdo por escrito que se establezca con el Representante.

2. Suministros del proveedor de fabricación mexicana. Los siguientes suministros deberán ser obligatoriamente adquiridos dentro del mercado nacional:

— Cables de línea.

— Cables locales.

— Baterías de cadmio - níquel (véase especificación 5.02.04.009 "Cargador y banco de baterías").

— Cargadores rectificadores para las baterías mencionadas anteriormente (estos cargadores tendrán regulación electrónica).

— Herrajes, soportes de señales y de indicadores varios, unión entre CI, pequeño material (caja de línea, etc.).

— Soldadura Cadwell de los cables de 240 mm^2 para la polaridad y retorno de tracción (molde "J", cartucho No. 200 para cable 500 MCM o similar).

— Bastidores.

001.C.10.b Integración nacional

Además de los suministros previstos en el punto anterior de esta Especificación, el proveedor propondrá en su oferta, una lista del equipo que se fabricará en México, así como un programa de integración nacional.

001.C.10.c Trabajos

El fabricante tiene a su cargo todos los trabajos necesarios para la realización de las instalaciones de señalización teniendo en cuenta los suministros y prestaciones otorgadas por el Representante y definidos a continuación:

— El cableado y soldadura de los cables de polaridad así como el equilibrio de los circuitos de vía.

— Asimismo, están a cargo del proveedor las pruebas, las preparaciones y los arreglos necesarios para éstas, la puesta en servicio de los equipos y la asistencia técnica al mantenimiento.

El Representante tiene a su cargo los trabajos siguientes:

— Caminos de cables principales (charolas o ductos).

— Los cruces principales debajo de las vías.

— El acondicionamiento de las obras secundarias de los locales (con exclusión de los trabajos necesarios para el montaje de los equipos de señalización).

— La alimentación de corriente alterna en la subestación de baja tensión en el tablero preferencial.

— La realización de las juntas aislantes y la instalación de las conexiones longitudinales.

— Instalación y ajuste de los cerrojos en aparatos de vía.

001.C.11 GARANTIA

Todos los equipos instalados tendrán un periodo de garantía de por lo menos un año, a partir de la fecha de puesta en servicio de las instalaciones. Los materiales de consumo (fusibles, lámparas, etc.) no estarán sujetos a esta garantía.

El proveedor deberá contar con una reserva en los suministros para reposición de equipos defectuosos o dañados durante el transporte o en el periodo de instalación. Esta reserva será totalmente independiente del "lote de refacciones". La reposición de cualquier elemento, deberá ser por otro igual y no por uno equivalente. Los trabajos de reemplazo por garantía de cualquier elemento estarán a cargo del proveedor.

001.C.12 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse serán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante la impunidad total contra cualquier reclamación referente a esto.

CAPITULO 5. 02. 03. 002

MANDO CENTRALIZADO

002.A DESCRIPCION

El sistema de mando centralizado es el conjunto de medios que permiten regular la circulación de los trenes, así como el estado de alimentación de tracción de las líneas del Metro de la Ciudad de México.

Los equipos y sistemas que integran al mando centralizado, de acuerdo con su ubicación física, se agrupan en equipos en el Puesto Central de Control (PCC) y equipos en línea.

1. Estructura en el PCC

Para cada edificio del PCC, común a seis líneas, existen diversas salas que concentran equipos y sistemas que integran el mando centralizado; estas salas son:

— Sala de operación

— Sala técnica

— Salas de computación

— Salas de alimentación

a) Sala de operación. Los equipos de explotación de mando centralizado ubicados en la sala de operación son:

— Pupitre. Es un mueble metálico que contiene las platinas de corte de alimentación para la tracción, mando de los itinerarios, condiciones de zona, telefonía de alta frecuencia, mando de despacho bajo orden (DBO), periféricos del programador general del tráfico (PGT) para la regulación de los trenes de una línea y la gestión de terminales.

— Tablero de control óptico. Es un mueble metálico en donde se visualizan los controles relativos a la identificación y circulación de los trenes en una línea, los mandos y controles relativos a la alimentación para la tracción y la posición de las agujas de los aparatos de vía, así como el estado de las señales de maniobra.

— Puesto de despacho de carga (PDC). Mueble metálico que concentra los mandos y controles relativos a las subestaciones de rectificación de cada una de las líneas, así como los mandos y controles relativos a las alimentaciones de alumbrado y fuerza en los extremos de cada una de estas líneas.

— Platina de alarmas en la central de comunicaciones. Equipo instalado en el pupitre de la central de comunicaciones destinado a la recepción de alarmas provenientes de las taquillas de las estaciones de la línea.

b) Sala técnica. Se localiza en el piso inferior al que ocupa la sala de operación y contiene los siguientes equipos agrupados en armarios:

— Lógica de tracción. Es el tratamiento mediante lógica de relevadores de seguridad intrínseca, de los mandos y controles de todos los aparatos de tracción.

— Lógica de tráfico. Es el tratamiento mediante lógica electrónica de los mandos y controles del tráfico de trenes.

— Armario repartidor. Armario cuya finalidad es la de enlazar los cables provenientes de la línea con los equipos de mando centralizado y telecomunicaciones instalados en la sala técnica.

— Sistema de teletransmisión. Sistema cuya finalidad es enviar y recibir información de la línea por pares de hilos, mediante modulación de frecuencias.

c) Salas de computación. Salas climatizadas con ambiente artificial en donde se alojan los siguientes equipos:

— Computadoras de tráfico (Dos por cada línea). Permiten mantener una regulación automatizada entre trenes y sintetizar las informaciones de la línea para la compilación y la creación de programas para el tráfico de trenes.

— Computadoras de gestión (Una por cada seis líneas). Permiten la gestión de trenes en las terminales de cada línea, así como la elaboración de un registro estadístico diario de los eventos suscitados.

d) Salas de alimentación. Salas localizadas en los pisos inferiores del PCC donde se alojan los siguientes equipos destinados a la alimentación de los sistemas de Mando Centralizado ubicados en el mismo edificio del PCC:

— Rectificadores. Equipos destinados a la alimentación normal y emergente de los sistemas y de la lógica del puesto de despacho de carga (PDC), de la lógica de tracción y de los ruptores de emergencia.

— Rectificadores-onduladores. Equipos destinados a la alimentación normal y emergente de los sistemas para el control de tráfico de los trenes.

Bancos de baterías. Sistema previsor para la autonomía de la alimentación de los equipos de mando centralizado para el caso de eventuales cortes de corriente de alimentación.

2. Estructura en línea

Los equipos que integran el sistema de mando centralizado en la línea pueden agruparse en tres categorías principales de acuerdo con su localización física:

— Equipos en estación

— Equipos en terminal

— Equipos en interestación.

a) Equipos en estación. Los equipos localizados en estación consisten en:

— Armarios de mando centralizado. Muebles metálicos localizados en los locales técnicos de las estaciones que contienen los sistemas electrónicos de lógica de tracción y lógica de tráfico.

— Ruptores de emergencia. Dispositivos de seguridad localizados en las cabeceras de la estación y en la parte central de los andenes cuyo accionamiento manual produce el corte de corriente de alimentación de tracción de la zona a la que corresponden.

— Equipos de teletransmisión. Sistema alojado dentro del armario de mando centralizado en estación cuya finalidad es enviar y recibir informaciones entre el PCC y el local técnico en estación y entre el local técnico en estación y la línea, mediante modulación de frecuencias por pares de hilos.

— Indicadores luminosos. Cofres metálicos ubicados en las cabeceras de estación, delante del punto normal de paro del tren, que proporcionan indicaciones al conductor referentes a la circulación de los trenes tales como: tipo de velocidad, despacho bajo orden (DBO), y Servicio de Seguridad/Servicio de Seguridad Ordenado (SS/SSO).

— Equipos de operación. Los conmutadores SS/SSO son dispositivos localizados en las cabeceras de los andenes, cerca del punto de paro de los trenes, que permiten al conductor activar manualmente los indicadores luminosos SS/SSO. También están comprendidos entre estos equipos las cajas de mando de indicadores cuya finalidad es facilitar el mantenimiento y revisión del cableado relativo a éstos.

b) Equipos en terminal. Los equipos localizados en las estaciones terminales de la línea consisten, además de los equipos en estación descritos anteriormente, de los siguientes:

— Numeradores. Estos dispositivos se utilizan para que los conductores asignen números de operación a los trenes. Se encuentran ubicados en las terminales de línea de la siguiente manera:

En el local del TCO de terminal, correspondiendo a los circutios de vía de salida.

En tras-estación, en el andén de maniobra.

Eventualmente, también se instalarán numeradores en algunas posiciones de estacionamiento.

— Relojes indicadores de salida. Indicadores luminosos localizados en las cabeceras de las terminales en los puntos de salida de los trenes que permiten visualizar la hora real, la hora de salida, así como la marcha tipo implantada.

— Ruptores de emergencia en el Puesto de Mando Local. Dispositivos de seguridad localizados dentro del puesto de mando local y próximos al TCO del mismo, cuyo accionamiento manual produce el corte de corriente de alimentación de tracción de la zona a la que corresponden.

c) Equipos en interestación. Los equipos dispuestos en las interestaciones de la línea son:

— Ruptores de emergencia. Dispositivos de seguridad localizados a lo largo de la línea, cuyo accionamiento manual produce el corte de corriente de la alimentación de tracción de la zona a la que corresponden.

— Cableado. Dispuesto a todo lo largo de las interestaciones a través de charolas soportes.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Varillas y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Perfiles de aluminio	4.01.01.020.B
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.C.01
Señalización	5.02.03.001
Telecomunicación	5.02.03.003
Pilotaje Automático	5.02.03.004
Método de pruebas eléctricas para componentes de uso electrónico	NOM I-21
Método de prueba para materiales básicos cubiertos de metales para circuitos impresos	NOM I-119
Laminado con resina epóxica con base de fibra de vidrio recubierto de metal tipo G-10	NOM I-123
Soldaduras metálicas suaves	NOM W-11

CONCEPTO	REFERENCIA
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Equipos de transmisión de datos	CCITT

002.C REQUISITOS DE CALIDAD

El equipo de mando centralizado deberá cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones o normas correspondientes referidas en 002.B; además, se considerará lo siguiente:

002.C.01 CARACTERISTICAS COMUNES

002.C.01.a Disponibilidad y calidad de material

1. El sistema considerado deberá funcionar sin interrupciones notables. El proveedor se comprometerá a tomar todas las disposiciones necesarias para fabricar los equipos dando una disponibilidad alta y, a fin de respetar ésta, se deberá tener un cuidado muy particular en la fabricación y en la elección de los materiales.

2. De manera general, los suministros deberán tener una calidad altamente profesional. El material deberá ser resistente y adecuadamente tratado contra la corrosión y con protección adaptada a las condiciones ambientales. El material instalado en la línea deberá estar protegido contra el polvo y la lluvia.

3. Los circuitos electrónicos deberán estar adecuadamente protegidos por fusibles o algún otro dispositivo, conservando una independencia entre ellos. Existen dos tipos de equipos dependiendo de su utilización. Los de utilización **constante** y los de utilización **excepcional.** Los primeros deben soportar un uso intensivo sin alteración alguna (por ejemplo: la teletransmisión) y los segundos siempre deberán estar disponibles para asegurar su servicio aun después de inactividad prolongada, inclusive de años (por ejemplo, los ruptores de emergencia).

4. Todos los elementos y dispositivos que conformen el sistema de MC deberán ser en su mayoría de fabricación estándar, homologados y de fácil adquisición en el mercado nacional, asegurando por escrito que no tengan caducidad a corto plazo (por lo menos de 10 años).

5. El sistema deberá presentar la flexibilidad de reconfiguración o de ampliación del mismo, sin afectar o perturbar los procesos que se lleven a cabo.

6. En el caso de que dos equipos estén asociados para asegurar una misma función, cada equipo deberá ser capaz de asegurar él solo el tratamiento total de la función, particularmente cuando el equipo simétrico esté defectuoso.

7. El software y los materiales deberán ser concebidos de manera tal, que si se presenta alguna falla en algún conjunto o subconjunto, ésta no pueda perturbar los otros elementos de la instalación.

002.C.01.b Consideraciones técnicas de los equipos

1. Tarjetas electrónicas. Las tarjetas electrónicas deberán estar construidas en fibra de vidrio. La calidad del circuito impreso deberá estar garantizada por el proveedor.

   Las tarjetas deberán mostrar la serigrafía de los componentes y en caso necesario la polaridad de los mismos así como su identificación. El montaje de las tarjetas deberá ser sobre bastidores o cajones; la interconexión de estas tarjetas se deberá realizar de preferencia por medio de circuitos impresos en su base o por medio de conectores. La fijación de las tarjetas deberá realizarse utilizando guías que permitan asegurar su colocación, así como seguros. Las tarjetas deberán estar provistas *de guías de polarización y de protección contra una* colocación errónea; además, deberán ser identificadas por medio de etiquetas colocadas en el anverso y el reverso.

   Por ningún motivo las cartas con circuito impreso deberán presentar puentes realizados por medio de hilos. Todas las tarjetas estarán provistas de conectores; cada una podrá ser retirada o colocada bajo tensión sin ningún riesgo o afectación de la misma ni del equipo al que pertenezca. La puesta en tensión del equipo del que hayan sido retiradas una o más tarjetas no ocasionará daños al mismo. Se deberán prever tarjetas de extensión para facilitar la manipulación e intervención; además, las tarjetas electrónicas deberán contener puntos de monitoreo y de simulación.

   Todas las tarjetas de un mismo modelo, una vez ajustadas, podrán ser montadas sobre cualquier equipo sin necesidad de ningún ajuste complementario.

2. Montaje de componentes. El montaje de los componentes sobre tarjetas de circuitos impresos deberá cumplir los siguientes requisitos:

   — Los elementos del tipo Reprom o los circuitos integrados con más de 18 patas serán colocados sobre bases de alta calidad permitiendo un contacto eficaz y durable.

   — Los componentes con posibilidad de variación (potenciómetros, microinterruptores, etc.) se sellarán después de ser ajustados en fábrica.

   Los componentes que deban ser ajustados en sitio deberán sellarse en el mismo después de su ajuste final.

3. Calidad de ejecución. Los equipos deberán entregarse en perfectas condiciones de funcionamiento y en estado de ser controlados y recepcionados por el Representante.

4. Equipos diversos. Los circuitos electrónicos serán realizados con semiconductores de silicio y en su mayoría utilizando la tecnología de integración de circuitos. Todos los circuitos electrónicos alimentados por baterías estarán protegidos contra inversiones accidentales de polaridad. Todos los conectores deberán estar identificados y provistos de trampas que impidan su colocación y polarización errónea.

En el caso de utilización de cajones para colocar cartas electrónicas, se deberán prever rieles lo suficientemente largos para extraer los cajones y facilitar el mantenimiento, así como prever una holgura en los cables que permita el desplazamiento de cada cajón.

Toda visualización luminosa sobre los TCO y pupitres deberá ser de preferencia a base de diodos emisores de luz (LED) de fácil acceso para mantenimiento. La duración media de vida de las lámparas incandescentes deberá ser de 10 000 horas. La alimentación de corriente directa estará localizada de manera que el calor generado no eleve la temperatura de los componentes de las tarjetas.

En forma general, todos los elementos móviles de los equipos deberán tener identificación, indicando en ésta la posición, función global o específica que tienen, la línea a la que pertenecen, la parte del equipo que controlan, etcétera.

En principio, la identificación de la línea se realiza utilizando el código de colores que rige a las resistencias electrónicas, aplicados en el canto de las tarjetas electrónicas.

Los relevadores de seguridad deberán estar herméticamente sellados para evitar la oxidación y la introducción de polvo, debiendo contener una señal luminosa que indique la energización de la bobina.

Para los botones giratorios y de presión, se deberá prevenir el enlace con conectores machihembrados que al separarse no afecten su operación.

Los equipos que manejen una corriente superior a 1.5 A deberán tener protecciones del tipo "Disruptor rearmable" con visualización en todos los niveles de cada equipo.

002.C.02 CARACTERISTICAS PARTICULARES

002.C.02.a Generalidades

La definición de algunos materiales de los equipos de mando centralizado está impuesta por los materiales empleados en las líneas actualmente en servicio.

Estas restricciones están dirigidas particularmente a las impuestas por la operación. Aunado a esto, algunas limitaciones en cuanto a la puesta en obra de los equipos definen las dimensiones máximas a emplear. No hay que perder de vista que, al nivel del PCC, existe la necesidad de la homogeneidad de los equipos para preservar la estética de la sala de mando por su parte, y por la otra, para permitir a los reguladores pasar de una línea a otra sin ninguna adaptación ni esfuerzo de reflexión adicional.

002.C.02.b Equipos en línea

1. Armarios en estación. Los armarios de estaciones deberán contener los equipos tales como las unidades de tratamiento de informaciones, pero también deberán servir de soporte del cableado para los enlaces de cables multipares con los equipos repartidos en las estaciones, las interfaces y recibir los cables de línea que enlazan a ésta con el PCC.

   Los armarios estarán equipados con bornes simples para los telecontroles de tráfico, de bornes a cortes visibles para todos los telemandos de tráfico y de tracción así como para todas las informaciones destinadas a los controles de los circuitos de tracción.

   Además, todos los controles que provienen de los equipos que están asociados a 750 V de tracción, estarán obligatoriamente protegidos por arqueadores calibrados en función de los cables y de los equipos a proteger. Estos deberán, en su caso, ser reemplazados fácilmente.

   La repartición de los bornes en los armarios deberá hacer que aparezcan las diferentes interfaces con los equipos múltiples:

   — Interfaz de señalización

   — Interfaz de pilotaje automático

   — Ruptores de emergencia

   — Aparatos de tracción (contactores de seccionamiento, CS; seccionador de aislamiento telemandado, SIT; interruptor de vía secundaria, IVS; interruptor de vía de enlace, IVE; etc.)

   — Puestos de rectificación, PR, etcétera.

   Los armarios deberán estar provistos de ventilación natural, sin requerir ventilación forzada por ventiladores que puedan provocar dificultades debidas al polvo y entorpecer el mantenimiento. Las dimensiones máximas de estos armarios deberán ser de 63 x 63 x 230 cm (ancho, profundidad, altura) permitiendo el fácil acceso por los cuatro costados del mismo.

2. Indicadores luminosos y equipo de operación. Los indicadores luminosos se encuentran en todas las estaciones y son: los cofres de DBO, de velocidades y de CUFS/SSO.

   Además, en las terminales se tienen los tableros de salida; a estos equipos hay que agregarles los numeradores que están disponibles en las terminales en las vías de salida a la línea y en algunas vías de salida de estacionamiento.

   Todos los equipos deben responder a características idénticas referentes a la utilización en el interior (estación subterránea) y en el exterior en donde están expuestos a la intemperie y a los efectos del ambiente, sol, lluvias, corrosión, etc. Los cofres colocados en alto y a la entrada de los túneles solamente deberán tener el elemento luminoso; las lógicas asociadas con ellos deberán ser colocadas en cajas de conexiones accesibles al pie del andén. Las dimensiones máximas de la caja de conexiones serán 42 x 18 x 35 centímetros.

   Los cofres DBO, velocidades, CUFS/SSO, no deberán sobrepasar las dimensiones máximas siguientes, 20 x 32 x 20 cm; deberán ser construidos de manera que sea posible colocarlos horizontal o verticalmente o en culquier otra disposición en función de las posibilidades de implantación, en particular en túnel, donde los problemas de ajuste del gálibo pueden presentarse. Estas luces deben tener una protección (reja) que permita evitar los

efectos que se derivan de la orientación del sol. Estas mismas luces deben ser utilizadas en túnel, lo que podrá necesitar de una reducción de la intensidad luminosa.

Las diferentes indicaciones de velocidad serán simbolizadas como se describe a continuación:

— Velocidad normal por el signo ═

— Velocidad lenta por el signo V

— Velocidad acelerada 1 por el signo Λ

— Velocidad acelerada 2 por el signo ⩓

— Velocidad lluvia por el signo ◊

Deberá preverse en reserva una velocidad del tipo tracción reducida (T3).

Hay que notar que el SSO funciona únicamente por un mando local situado al nivel del andén. Este mando está constituido por un conmutador que funciona con la ayuda de una llave de triángulo. Este conmutador permite la visualización de los carteles SS y SSO, debiendo estar colocado en cofres cuyas dimensiones máximas son de 10 x 10 x 20 centímetros.

Los numeradores deberán contar con dispositivos que permitan componer dos números distintos, uno de tres cifras y otro de dos cifras, así como un botón de envío y un indicador luminoso de control; las dimensiones máximas del numerador serán 32 x 34 x 40 centímetros.

Los tableros de salida deberán permitir presentar las siguientes informaciones en forma digital: hora real (6 dígitos), hora de salida (4 dígitos) y tipo de marcha (1 dígito). Las dimensiones máximas del tablero serán 36 x 46 x 56 cm. Los dígitos deberán formarse preferentemente por diodos emisores de luz de alta intensidad. Todos los indicadores luminosos así como los equipos de explotación deberán ser fabricados en acero inoxidable o cualquier otro metal moldeable (aluminio, etc.) Además, deberán tener fácil acceso para mantenimiento.

3. Ruptores de emergencia. Los ruptores son dispositivos robustos de seguridad de uso excepcional cuya confiabilidad en su funcionamiento deberá ser muy alta. Todas las piezas serán tratadas cuidadosamente contra la corrosión.

   El ruptor estará constituido por un cofre de aluminio fundido, impermeable a la lluvia y al polvo. En su interior contará con dos contactos de seguridad realizados mediante una bombilla de cristal con mercurio que se desplaza con el retiro de una palanca. El contacto principal estará normalmente abierto; este último sólo se utiliza en los ruptores colocados en estación. La palanca de los ruptores deberá ser fabricada de una sola pieza metálica anticorrosiva y sin desgastes por fricción con guía para la penetración, y con empuñadora de plástico; deberá cumplir con la característica de no tener juego o desplazamiento por gravedad al estar colocada en el ruptor. La parte saliente de la palanca no deberá ser inferior a 8 centímetros.

   Además de la caja propia del ruptor se deberá tener una caja de las mismas características que las del ruptor que servirá como caja de conexiones del mismo. El cofre de ruptor deberá venir precableado de fábrica y cerrado, controlando este cierre por medio de un plomo. Las dimensiones máximas del cofre de ruptor y de su caja de conexiones no deberán ser mayores que 10 x 10 x 20 centímetros.

   El cofre de ruptor alojará en su interior únicamente la bombilla, los conductores asociados con ella y el mecanismo que actúa ligado a la palanca. La caja de conexiones tendrá los bornes de interconexión entre ésta y el ruptor, y entre ésta y los demás ruptores del circuito.

   Cada caja deberá tener prensaestopas para la salida dè los cables.

   Antes de toda realización, el modelo del proveedor, en forma de prototipo, deberá haber sido aprobado por el Representante.

4. Equipos de teletransmisión. La transmisión de las informaciones entre la línea y el PCC, se realizará por medio de un sistema electrónico o por hilo a hilo. El sistema electrónico será del tipo punto a punto, es decir existirá un equipo (transmsior-receptor) por cada zona de teletransmisión. Una zona de teletransmisión puede comprender una o dos estaciones como máximo, siendo una de ellas la estación piloto y la otra la satélite.

   La primera contará con el equipo de teletransmisión y la segunda se enlazará con la primera por medio de hilos o por medio de un sistema de transmisión electrónico secundario. Deberá existir un enlace autónomo independiente entre el PCC y cada estación piloto, entre los telemandos y telecontroles de una misma zona de teletransmisión.

   Los equipos de cada estación piloto deberán tener una reserva del 15 por ciento como mínimo entre ella y el PCC y del 10 por ciento entre ella y su estación satélite.

   El equipo deberá contar con una autonomía mínima en cuanto a alimentación de una hora en todas las estaciones salvo aquéllas donde se controlen los puestos de alumbrado y fuerza, los que deberán contar con autonomía de cuatro horas. Estos equipos estarán alojados en los armarios de estación.

   La duración máxima de un ciclo de transmisión para la totalidad de los telecontroles deberá ser de 500 milisegundos y para los telemandos inferior a 400 milisegundos.

   El sistema de teletransmisión deberá apegarse a las normas internacionales CCITT, establecidas para los equipos de transmisión de datos. El enlace entre el PCC y las estaciones piloto deberá ser del tipo serie. El medio de transmisión deberá estar protegido contra cualquier afectación, tal como: humedad, influencia magnética, eléctrica, de temperatura, mecánica, electromagnética, etc., debiendo ser de alto grado de confiabilidad.

   Los equipos de teletransmisión deberán ser idénticos, ya sea que se instalen en el PCC o en línea.

Tanto las entradas como las salidas al equipo de teletransmisión deberán estar separadas eléctricamente ya sea por relevadores u optoelectrónicamente.

002.C.02.c Equipos en PCC

1. Equipos de explotación

   a) TCO. Las limitantes de operación y del arreglo de la sala de mando, imponen que la presentación del mueble donde se encuentre el sinóptico, sea idéntico al mueble de las líneas ya instaladas, en particular la forma exterior. Las proporciones y las distancias del conjunto pupitre TCO deben ser conservadas para mantener la ergonomía del puesto de trabajo del regulador.

      La presentación del sinóptico y los símbolos utilizados tanto en tracción como en tráfico deben permitir la utilización de los visualizadores fríos. En cuanto a la construcción del mueble, éste deberá tener la misma calidad en los materiales y acabados que los TCO de las líneas existentes (color de pintura, espesor de la lámina, dimensiones, etc.).

      El sinóptico deberá estar constituido por módulos de fácil mantenimiento e intercambiabilidad así como de un acabado que permita limpiarlo fácilmente sin afectación alguna. El conjunto mueble-sinóptico deberá permitir el fácil acceso para mantenimiento, preferentemente por su parte posterior para evitar la afectación a la operación:

   b) Pupitre. Las restricciones para el mueble del pupitre son de la misma naturaleza que las del mueble del TCO.

      Las platinas que se ubicarán en el pupitre y que se relacionan a continuación deberán presentar el mismo acabado que las instaladas en las líneas existentes, teniendo una repartición ergonómica entre ellas. A título indicativo, éstas fueron construidas en lámina de aluminio No. 10 para las líneas en servicio.

      Las platinas a instalarse serán:

      — Platinas de itinerarios (terminales y zonas de maniobra en línea).

      — Platina de condiciones de zona.

      — Platina de DBO.

      — Platina de velocidades.

      — Platina de marchas.

      — Platina de reconocimiento de alarmas.

      — Platina de prueba del TCO y pupitre.

      — Platina general de tráfico (PGT).

      — Platina de radio teléfono *

      — Platina de telefonía directa *

2. Equipos de teletransmisión, control y mando ubicados en la sala técnica. Los equipos ubicados en el área técnica del PCC estarán colocados sobre armarios metálicos estándar. Además, deberán estar clasificados en armarios de tráfico, de tracción y de lógica PDC, así como armarios de interfaz con las computadoras. Existirá un armario repartidor que servirá para enlazar los cables provenientes de la línea con el PCC, el cual deberá contar con bornes de las mismas características que los de estación.

   Deberá preverse un tablero de alarmas técnicas a disposición del personal de mantenimiento, relalacionados con los conjuntos y subconjuntos que conforman el mando centralizado. Estas alarmas deberán permitir identificar rápidamente el equipo en falla y su ubicación.

   Las alarmas de los equipos de teletransmisión deberán ser visualizadas a nivel de la sala de operación sobre el TCO por medio de un indicador luminoso cuadrado blanco.

   Existirá un indicador por cada zona de teletransmisión.

3. Computadoras. Las computadoras deberán ser de preferencia del mismo fabricante de las ya instaladas, pero de modelo más reciente, procurando que sean lo más compatibles entre ellas.

   Deberán tener como mínimo las características siguientes: Computadoras con formato de 32 bits, programa y sistema de explotación totalmente residente en memoria principal, enlace en serie con la computadora de gestión, memorias auxiliares, entradas y adquisiciones simultáneas para las dos computadoras y salida conmutada. La carga de la unidad central no deberá sobrepasar el 70 por ciento de la carga máxima, cuando se esté operando a intervalo mínimo la línea completa.

   Se deberá buscar en la elección de periféricos, aquéllos que sean distribuidos en el mercado nacional.

   La reserva en cuanto a la capacidad de almacenamiento en memoria por computadora no deberá ser menor que el 20 por ciento.

   a) Software. La realización del software comprenderá dos tipos de programas:

      — Los programas operacionales que permitan la explotación y el mantenimiento (localización automática de fallas).

      — Los programas soporte que permitan sobre la instalación, la evolución de los programas operacionales en función de las nuevas configuraciones del sistema o la introducción de funciones nuevas.

   b) Calidad de los programas operacionales. La estructura de los programas operacionales deberá permitir asegurar las condiciones mejores en cuanto a:

      — La seguridad a fin de limitar la propagación de fallas y su repercusión sobre la calidad de servicio, por lo que deberán in-

* Fuera de los alcances del proveedor.

cluirse medios de detección al origen como: diálogo entre unidades utilizando un procedimiento tipo "Watch dog", acceso selectivo a módulos operacionales, etcétera.

— La disponibilidad, es decir la realización de todos los trabajos de modificación sin interrumpir ni alterar la operación.

— La flexibilidad, de manera que los programas puedan responder holgadamente a nuevas configuraciones y a la evolución del sistema.

c) Programa de soporte. Estos programas deben permitir una gestión holgada del software para:

— Incluir nuevos módulos de programas (fuera de los programas operacionales).

— Modificación de registros o de programas en función de la configuración de la línea.

— Cambios en la configuración del sistema.

No obstante, esta lista no es exhaustiva y el proveedor propondrá al Representante el conjunto de programas de soporte y de servicio necesarios para el mantenimiento del software.

d) Alarma de las computadoras. Esta alarma es activada en el momento en que uno de los "Watch dog" de cualquiera de las computadoras normal o de socorro está ausente, o en caso de falla de transferencia de información.

La conmutación de una computadora a otra deberá realizarse automáticamente o manualmente; los periféricos de servicio podrán asignarse indistintamente a cualquier computadora.

002.C.03 ALIMENTACIONES DE ENERGIA

El proveedor tendrá a su disposición la siguiente alimentación en línea y en PCC:

— En línea: Dentro de los locales técnicos de cada estación, lugar donde se instalarán los armarios de MC, se tendrá una alimentación de 220 VCA ± 10% con frecuencia de 60 Hz ± 1 Hz. Esta alimentación es entregada en un tablero de distribución al cual el proveedor deberá conectarse para alimentar sus equipos. Estarán previstas dos fases y neutro para cada armario. Dependiendo del tipo de estación, se tiene la siguiente potencia prevista para el funcionamiento del equipo:

Para estaciones de paso, 500 W; estaciones con servicio provisional, 1 kW; estaciones con servicio provisional y enlace o terminales, 1.5 kW (Si estas previsiones no fueran suficientes, el proveedor deberá informarlo al Representante).

El proveedor deberá prever una alimentación de emergencia contra cortes de corriente con una autonomía mínima de una hora, principalmente sobre los equipos de teletransmisión. [Véase 002.C.02.b(4)]. Esta alimentación será instalada en los propios armarios.

— En PCC: En la sala técnica (sala de relevadores) así como en el local de baterías, se tendrán previstas alimentaciones de 220 VCA ± 10% con frecuencia de 60 Hz ± 1 Hz. Para ello se contará con dos acometidas cada una con tres fases más neutro, una de ellas es entregada para los equipos de tráfico, teletransmisión, computadoras, TCO y pupitre (alimentación tráfico); su potencia prevista será de 54 kW. La otra será utilizada para los equipos de tracción y la alimentación de los circuitos de ruptores; su potencia prevista es de 8.1 kW.

Actualmente se cuenta con un rectificador común a tres líneas el cual está destinado para alimentar los equipos y lógica del PDC. Este rectificador recibe una alimentación a tres fases y neutro de 220 VCA ± 10% a 60 Hz ± 1 Hz con una potencia para tres líneas de 6.3 kW, y entrega un voltaje de 130 VCD.

Además, se tiene como emergente un rectificador asociado a la alimentación de tracción, ruptores y PDC común a tres líneas, que entrega un voltaje de 130 VCD. También se cuenta con un grupo rectificador-ondulador de emergencia asociado a la alimentación tráfico común para tres líneas que entrega un voltaje de 220 VCA a 60 hertz.

Las alimentaciones de emergencia sólo pueden socorrer una línea a la vez.

Independientemente de esto, se deberá prever un sistema de autonomía en caso de cortes de corriente. La autonomía deberá ser de cuatro horas. Esta se deberá realizar por medio de baterías de níquel-cadmio, debiéndose prever un equipo de autonomía para cada uno de los siguientes equipos:

— Teletransmisión, lógica tráfico, TCO y pupitre.

— Computadoras, sus interfaces y periféricos.

— Lógica tracción.

— Ruptores.

— PDC.

Además, cada uno de los equipos de emergencia cuenta con su banco de baterías propio. Cada uno de los equipos, conjuntos y subconjuntos de MC deberá contar con su propia protección y sus tableros de distribución. Las protecciones deberán ser de tal forma que una falla en algún equipo derivado de una misma fuente de alimentación no afecte a los demás (caso de alimentación tráfico).

Las baterías deberán adquirirse preferentemente en el mercado nacional.

Las dos acometidas que se entregarán por línea estarán ubicadas, una en la planta en donde se alojarán los grupos rectificador-batería-ondulador para la alimentación tráfico, así como las baterías para la lógica tracción, ruptores y PDC, y la otra acometida en el nivel del PCC en donde se alojarán los rectificadores de tracción y PDC así como los armarios de MC.

Existe a disposición del proveedor un sistema de tierra al cual deberán interconectarse sus equipos.

Estas tierras están separadas, una propia a las computadoras y otra a los demás equipos de MC. El proveedor deberá indicar la carga de cada equipo, conjunto o subconjunto que conforman el sistema de mando centralizado.

NOTA: Cabe mencionar la necesidad de contar con una alimentación independiente para las computadoras, sus interfaces y periféricos.

002.C.04 PRUEBAS

Los equipos de mando centralizado deberán además satisfacer las pruebas que se detallan a continuación antes de proceder a su instalación:

a) Pruebas prototipo. El proveedor deberá presentar en caso de cambios tecnológicos, un prototipo que satisfaga los requerimientos mínimos presentados en el presente documento. Este será por equipo, conjunto o subconjunto que compongan el sistema de mando centralizado, el cual será sometido a la aprobación del Representante, ya sea para probarlo en fábrica o instalado a título experimental en alguna línea en operación.

   Una vez aprobado el prototipo, se tomará éste como base para la fabricación en serie.

b) Pruebas en fábrica. Una vez comenzado el proceso de fabricación en serie, el Representante podrá solicitar si así lo deseara, la realización de pruebas técnicas o de control de calidad, sobre algún equipo elegido al azar.

c) Pruebas de recepción en fábrica. El proveedor dará aviso oficialmente al Representante, cuando tenga preparados los equipos, conjuntos o subconjuntos que componen el sistema de mando centralizado, para que éste realice sobre ellos pruebas funcionales y/o técnicas en fábrica.

   NOTA: Para las pruebas, el proveedor deberá entregar por lo menos un mes antes de efectuarse, un cuaderno de pruebas técnicas para cada equipo, conjunto o subconjunto que conforme el sistema de mando centralizado. El Representante podrá nombrar a su vez, si así lo decide, a su asesor o representante durante la ejecución de dichas pruebas.

002.C.05 EMPAQUE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

El proveedor será responsable de los equipos desde su fabricación hasta la puesta FOB (libre a bordo) en los puertos marítimos o aéreos, previendo para esto un embalaje lo suficientemente resistente para su transporte.

El Representante será el encargado de la transportación así como de los trámites aduanales y almacenamiento de los equipos.

El transporte de los almacenes al sitio será responsabilidad del proveedor, quien deberá entregar un programa de puestas FOB acorde al programa general.

CAPITULO 5. 02. 03. 003

TELECOMUNICACION

003.A DESCRIPCION

El sistema de telecomunicaciones es una red que permite la comunicación de todos los puestos técnicos de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y está integrado por los siguientes sistemas: telefonía directa, automática y de trenes, sonido, alarmas, intercomunicación y voceo y relojes.

1. La telefonía directa se integra por el conjunto de elementos y dispositivos que permiten establecer una red privada de comunicación punto a punto, dentro de las áreas, estaciones, talleres, etc., que conforman las instalaciones; este sistema consiste en teléfonos interconectados directamente de tal manera que al descolgar uno de ellos suene un tono de llamada en una central dada y viceversa, utilizándose en el segundo caso una platina de mando con botones indicando los lugares en que se encuentran colocados los teléfonos directos los cuales se integran por un microteléfono y otros elementos que permiten establecer la comunicación dentro del sistema. Una de sus utilizaciones, es la de comunicar a las taquillas con el Puesto Central de Control (PCC) a fin de poder, en cualquier momento, mantener contacto verbal con las encargadas de las mismas, ya sea para funciones administrativas (control de asistencia), o para emergencias. En igual situación se encuentran los locales de jefes de estación, que lo mismo que las taquillas se localizan en cada una de las estaciones a lo largo de la línea.

2. El sistema de telefonía automática es aquél que permite establecer la comunicación dentro de las instalaciones, de éstas hacia el exterior y viceversa. Se integra generalmente por los siguientes elementos: autoconmutadores, rectificadores, tableros de distribución, señalizaciones y teléfonos.

   — El autoconmutador es un elemento que asociado a otros dispositivos electrónicos, permite los enlaces telefónicos para la transmisión de las informaciones.

   — Los rectificadores son dispositivos que permiten la transformación de la corriente alterna en directa.

   — Las baterías son los elementos autónomos que suministran corriente directa; generalmente se utilizan como fuentes de emergencia.

   — Los tableros de distribución están conformados por un conjunto de barras y elementos de protección que permiten la distribución de la energía.

   — Las señalizaciones o alarmas son los dispositivos que indican, en forma sonora o luminosa, las fallas existentes en un sistema dado.

   — El teléfono es un dispostivo que cuenta con un disco selector que, asociado al autoconmutador, permite la selección del enlace deseado para la comunicación de un punto a otro.

3. La telefonía de trenes está integrada por un conjunto de elementos y dispositivos electrónicos que conforman la comunicación permanente entre los conductores de los trenes y el PCC. Utilizando como soporte de transmisión las vías de alimentación de los carros (barra guía y riel) y por una onda portadora de 90 kHz, modulada en frecuencia; mantiene en contacto, a través de los equipos que integran el sistema, a los conductores y a los responsables de la explotación.

4. El sistema de sonido está integrado por el conjunto de elementos que permiten difundir mensajes y música ambiental dentro de las estaciones. Los mensajes pueden ser enviados desde el PCC a cada estación y a todas o a cada una de las líneas. El envío de mensajes dentro de cada estación se realiza desde la taquilla principal o de la oficina del jefe de estación. El envío de música ambiental o mensajes generales se realiza desde el centro denominado Audiometro a toda la red. En forma general los equipos que conforman a este sistema son: micrófonos, platinas de voceo, central de conmutación, central de amplificadores, equipo de transmisión, equipo de grabación, ecualizadores, estaciones de voceo local, selector de entrada, atenuador con mando remoto y la central de amplificación.

   — Los micrófonos son los instrumentos electroacústicos que permiten captar sonidos para reproducirlos a distancia.

   — La platina de voceo es un tablero que permite seleccionar la estación, línea o red general a la que se desean enviar los mensajes.

   — La central de conmutación es el equipo que permite la conmutación de platinas de voceo, preamplificación, señalización y distribución de las señales de audio.

   — La central de amplificadores es el equipo que permite la ecualización y amplificación de las señales provenientes de la central de voceo (PCC) o del Audiometro.

   — El equipo de transmisión es el conjunto de elementos para el control maestro de la transmisión y monitoreo de música ambiental o mensajes en general enviados desde Audiometro.

— El equipo de grabación es el conjunto de elementos y dispositivos electrónicos que permiten la grabación de música o mensajes para ser enviados desde el Audiometro.

— El ecualizador es un conjunto de dispositivos electrónicos que permite controlar (hacer modificaciones de la respuesta de frecuencia) la señal de audio.

— La estación de voceo se conforma por aquellos elementos que permiten el voceo local desde la taquilla principal o de la oficina del jefe de estación.

— El selector de entrada es el dispositivo que alimenta la central de amplificación de la estación conmutando las entradas por orden de prioridad.

— El atenuador de mando remoto es un dispositivo que permite atenuar el nivel del sonido en estaciones superficiales y elevadas durante la noche.

— La central de amplificación de la estación es el equipo cuya finalidad principal es alimentar, con señales amplificadas, la red de altavoces, así como la conmutación para alimentación emergente.

5. El sistema de alarmas compuesto por los equipos de alarma propiamente dichos y algunos otros de telecomunicaciones, permite al personal de operación conocer en todo momento el estado operativo de todos los equipos de servicios básicos conectados al sistema y efectuar mandos sobre algunos de ellos. La inclusión de los equipos de telecomunicaciones tiene como finalidad integrar algunos servicios de este sistema con el de alarmas, a fin de facilitar y mejorar la operación. Este sistema cuenta con terminales de operación dentro de cada estación (local del jefe de estación y taquillas) y en el PCC.

6. El sistema de intercomunicación y voceo a nivel de talleres y PCC, está formado de manera general por los siguientes elementos: Unidad de lógica de conmutación, unidad de amplificación, estaciones, altavoces y cables, que aseguran por una parte la intercomunicación entre los diferentes usuarios y por otra permite el envío de mensajes (voceo) a determinadas zonas ya sea de talleres o edificios. A nivel de estaciones este sistema forma parte del de alarmas. Desde el punto de vista voceo, el área de acción del sistema se divide en zonas a las cuales la persona que envíe el mensaje puede dirigirse selectivamente. Para la intercomunicación, en forma general, es posible establecer una comunicación entre dos usuarios cualesquiera.

7. El sistema de relojes es aquél que se integra por el conjunto de elementos y dispositivos que tienen como finalidad indicar la hora real al público usuario; se conforma de manera general por lo siguiente: relojes de andén, equipos en local técnico de la estación y equipos en la estación central.

— Los relojes de andén son los dispositivos, que auxiliados por otros elementos, indican directamente la hora a los usuarios de las instalaciones.

— Los equipos en el local técnico de la estación tienen las siguientes funciones:

Procesar la señal proveniente de la estación central y enviarla a los relojes de andén.

Enviar la señal (amplificándola si es necesario) proveniente de la estación central a la siguiente estación.

— Los equipos de la estación central (que es la estación más cercana al centro de la línea) tienen como función generar la señal de sincronía y enviarla a los equipos en los locales técnicos de cada una de las estaciones de la línea en cuestión.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Acero inoxidable austénitico	4.01.01.005.M
Cerraduras para puertas	4.01.01.020.D
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Fusibles, interruptores, estaciones de botones y centros de carga	4.02.01.002.H
Materiales y productos para redes electrónicas	4.02.01.003
Tableros	5.02.04.003 a 5.02.04.006
Cargador y banco de baterías	5.02.04.009
Métodos de prueba para la medición de receptores en la banda de frecuencia modulada	NOM I-4
Métodos básicos de pruebas mecánicas y climatológicas, de los componentes electrónicos	NOM I-7
Código de colores utilizado en la industria electrónica y de comunicaciones eléctricas	NOM I-10
Métodos de pruebas eléctricas para componentes de uso eléctrico	NOM I-21

CONCEPTO	REFERENCIA
Altavoces	NOM I-24
La densidad de flujo y la energía en el entrehierro de altavoces de bobina móvil	NOM I-28
Cuadros y/o sistemas eléctricos y electrónicos de señalización acústica y visual	NOM I-43
Sistemas magnéticos empleados en altavoces de bobina móvil	NOM I-44
Impedancias y marcas de polaridad para altavoces de bobina móvil	NOM I-49
Cordón redondo para aparato telefónico	NOM I-51
Métodos de prueba para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía	NOM I-53
Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales. Especificaciones de calidad de los canales MIC	NOM I-57/3
Métodos de pruebas eléctricas para cables telefónicos	NOM I-115
Métodos de prueba para materiales básicos cubiertos de metal para circuitos impresos	NOM I-119
Laminado con resina epóxica con base de fibra de vidrio, recubierto de metal tipo G-10	NOM I-123
Resistencias variables o potenciómetros de grafito, de carbón o carbón grafito, con cubierta metálica	NOM I-133
Símbolos gráficos empleados en electrónica y comunicaciones eléctricas.	NOM J-93
Transformadores de audiofrecuencia	NOM J-102
Acumuladores eléctricos industriales de tipo plomo ácido	NOM J-171
Sistemas magnéticos empleados en altavoces de bobina móvil	NOM J-174
Designación de cables y alambres usados en telefonía	NOM J-209
Equipos de radiocomunicación que operan en muy altas o ultra altas frecuencias (VHF o UHF) con modulación de frecuencia	NOM J-231
Fonocaptores	NOM J-267
Instrumentos de medición para magnitudes eléctricas	NOM J-320
Teléfono automático de mesa y pared	NOM J-339
Reloj electrónico despertador	NOM Q-4
Sistema Internacional de Unidades (SI)	NOM Z-1
Muestreo para inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Sistema de tierras	DDF 5.64 (Libro Quinto, Parte Segunda)
Aislamientos eléctricos	IEC - 65
Gabinetes metálicos para equipos eléctricos	NEMA 1-A

003.C REQUISITOS DE CALIDAD

El sistema de telecomunicación deberá cumplir lo indicado en el proyecto y en las especificaciones o normas correspondientes referidas en 003.B, además de lo establecido por el Representante de común acuerdo con el proveedor, considerando las características generales siguientes:

1. Los suministros deben ser de una calidad altamente profesional. Todo material será robusto, convenientemente tratado contra la corrosión y estará protegido del polvo, agua y lluvia.

2. Los equipos y materiales propuestos, serán estudiados cuidadosamente para facilitar el mantenimiento, así como para agilitar las reparaciones y los arreglos de fallas.

3. Todos los prototipos, planos constructivos y de principio deberán ser presentados previamente para aprobación del Representante.

4. La concepción de los equipos se hará para un funcionamiento adecuado considerando la longitud de la línea, ubicación de PCC, distancia entre estaciones y las características de los cables.

5. En la medida de lo posible los componentes utilizados serán preferentemente de fabricación nacional o bien de entrega segura y rápida en México y deberán ser accesibles y fácilmente intercambiables.

6. Los componentes primarios serán escogidos con tolerancias de funcionamiento muy amplias.

7. Todos los circuitos electrónicos estarán diseñados a base de transistores y circuitos integrados y deberán ser montados en placas de fibra de vidrio.

8. Los equipos alimentados por batería estarán protegidos contra inversiones accidentales de polaridad. Asimismo, todos los circuitos eléctricos se protegerán con fusibles.

9. Salvo derogación particular y en los equipos que los requieran, la vida útil de los indicadores luminosos será de 10 000 horas, como mínimo.

10. Las instalaciones estarán previstas para asegurar un servicio permanente bajo condiciones normales, con temperaturas ambiente comprendidas entre 273 K (0°C) y 318 K (45°C) para equipos en PCC y hasta 328 K (55°C) para equipos en línea o locales técnicos; además, cuando proceda, las instalaciones visibles al público o al personal de operación deberán armonizar con la arquitectura de los locales y las estaciones.

11. Salvo indicación contraria, los equipos serán alimentados a partir de fuentes de corriente alterna trifásica de 220 o 127 V ± 10% con frecuencia de 60 Hz ± 2% en las estaciones; además, en el PCC y cuando así lo requiera, en el local técnico se tendrá adicionalmente una alimentación de 48 VCD ± 1%. En materia de alimentación de socorro, se dispondrá de un banco de baterías de 48 V asegurando una autonomía de tres horas y se tomarán todas las medidas necesarias en los bloques de alimentación para que los equipos electrónicos no sean afectados en su funcionamiento por los regímenes de transitorios rápidos, simétricos o asimétricos, presentes normalmente en las redes de distribución.

12. Se requiere que el sistema opere bajo las siguientes condiciones ambientales, para lo cual, el fabricante (o los fabricantes deberán incluir en su diseño todos los factores de corrección aplicables:

— Altitud sobre el nivel del mar	2300 ms.n.m.
— Temperatura ambiente máxima	328 K (55°C)
— Temperatura ambiente mínima	273 K (0°C)
— Zona sísmica (aceleración máxima)	0.15g
— Porcentaje de humedad relativa máxima	60
— Porcentaje de humedad relativa mínima	21
— Ambiente	Contaminado (polvo)
— Presión atmosférica	585 mm Hg
— Operación	Telefonía directa: interior y exterior. Telefonía automática: interior. Telefonía de trenes: interior y exterior. Sonido: interior. Intercomunicación y voceo: interior. Alarmas: interior. Relojes: interior y exterior.
— Tipo de servicio	Continuo (24 horas).

13. De manera general, los componentes de las instalaciones telefónicas responderán a la calidad indicada por el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), salvo derogaciones particulares. La tecnología de los equipos deberá involucrar las últimas innovaciones.

14. El diseño, fabricación, pruebas y la puesta en servicio se regirán de acuerdo con la última revisión de las normas que correspondan a este tipo de equipos, indicadas en las referencias.

Adicionalmente a las condiciones generales antes establecidas, los sistemas que integran el de telecomunicación, deberán cumplir las siguientes condiciones particulares:

1. El sistema de telefonía directa deberá concebirse considerando dos tipos de equipos: los de uso continuo y los de uso excepcional; los primeros deberán soportar un uso intensivo sin sufrir alteraciones (por ejemplo la llamada general) y los segundos deberán estar siempre en condiciones de asegurar su servicio aun después de un descanso prolongado (por ejemplo los teléfonos de alarma de andén), de acuerdo a la siguiente estructura, teniendo en cuenta que el voltaje nominal de operación deberá ser de 48 VCC, con impedancia de línea de 600 ohms.

   a) Puestos telefónicos

      — Aparatos de señal de maniobra (SM). Serán elementos para instalación en pared, los cuales se colocarán dentro de cajas para protegerlos de lluvia y polvo. Los aparatos telefónicos así como las cajas protectoras serán suministradas por el Representante; los soportes para la fijación de las cajas serán suministro del proveedor.

      — Puesto de maniobra. Este puesto estará colocado en el pupitre del Puesto de Mando Local (PML) de cada terminal y comprenderá una alimentación para su funcionamiento, incluyendo el generador de llamada. Esta alimentación estará asegurada por medio de un cargador y un banco de baterías de níquel-cadmio. Los equipos de conmutación asociados al PML, se instalarán en un armario dentro del local técnico de la estación terminal.

      — Aparatos automáticos. Los aparatos automáticos utilizados serán de dos tipos; de mesa y de pared. Estos aparatos deberán ser de un modelo corriente y de acuerdo a las normas utilizadas por Teléfonos de México.

      — Aparatos de alarma de andén. Estos estarán constituidos por un aparato telefónico de color rojo montado sobre un gancho conmutador y platina vertical para ser integrado

en un gabinete no incluido en los alcances del proveedor; el suministro e instalación del aparato estará a cargo de éste. El gancho conmutador asegurará la conexión con la línea común hacia el Centro de Comunicaciones (CC) y su señalización en la taquilla.

— Aparatos de llamada general. En taquilla principal y en el local de jefe de estación se utilizará el mismo aparato para esta función y la del teléfono directo. En taquilla secundaria se utilizará el mismo aparato para esta función y la del teléfono automático.

— Platina telefonía de tráfico del regulador. Esta platina incluirá:

Platina propiamente dicha con sus botones luminosos, altavoz, micrófono y microteléfono empotrados en el pupitre del regulador. El modo de enlace, las dimensiones, tipo de superficie y características de la platina, serán definidos por el proyecto. Se tomarán todas las medidas necesarias para facilitar el acceso a la parte trasera de la misma.

Repartidor intermedio que se colocará dentro del pupitre y que asegura el enlace entre éste y el armario de relevadores.

Armario de conmutación instalado en la sala de relevadores que contendrá la lógica electrónica para el funcionamiento de esta platina, así como su interfaz con la línea.

Los micrófonos serán del tipo electrodinámico cardioide y su amplificador incluirá un dispositivo de compresión ajustable que estabilice el nivel de salida y deberá suprimir el efecto Larsen.

El equipo estará alimentado por el conjunto rectificador-batería definido más adelante. El dispositivo de amplificación del puesto del centro de comunicación deberá ser conforme a las mismas especificaciones que el de los reguladores.

— Puesto del centro de comunicaciones. Llamada general de taquillas. Además de las platinas descritas por proyecto para la instalación telefónica de este centro, se deberá contar con un armario instalado en la sala de relevadores que contenga toda la lógica electrónica de las mismas.

Todos los botones serán del tipo retorno automático.

El mueble en el que se empotran las platinas, así como el aparato telefónico automático se suministrará por otros proveedores.

El micrófono para la platina de sonorización será del tipo dinámico cardioide.

En la llamada general la separación de audición entre las taquillas deberá realizarse utilizando dos circuitos telefónicos independientes, uno reservado a los micrófonos de las taquillas y el receptor del centro de comunicaciones, el otro a los receptores de las taquillas y al micrófono del CC. Podrá requerirse un amplificador en cada uno de los dos circuitos de cada línea.

Por compensación, el nivel de audición deberá ser igual en todas las taquillas independientemente de su distancia al PCC.

Así mismo, el nivel de emisión de los puestos de taquillas estará ajustado de manera que el nivel de audición en el PCC sea independiente de la distancia de éstas. En cuanto a la llamada a los puestos enviada por el PCC, ésta podrá realizarse por un tercer circuito.

En derogación a las reglas del CCITT el nivel de los circuitos de emisión y recepción podrá elevarse para la correcta inteligibilidad de la comunicación sin que esto cause una diafonía importante.

b) Grabadoras

Las grabadoras serán independientes entre sí; para la grabación de las conversaciones se utilizará una grabadora por cada tres líneas; el suministro y la instalación de ésta no forma parte del suministro del proveedor. Sus características más importantes son las siguientes:

— Capacidad	22 canales.
— Respuesta en frecuencia:	300 — 3000 Hz ± 3 dB (ref. 800 Hz).
— Relación señal ruido:	Superior a 40 dB.
— Sensibilidad e impedancia de entrada:	Se pueden seleccionar tres márgenes: 25 mV — 650 mV:5 kΩ 85 mV — 1850 mV:10 kΩ 780 mV — 17 mV:10 kΩ
— Circuitos de entrada:	Los circuitos son simétricos y aislados de tierra; los condensadores de bloqueo de CC son circuitos incorporados protegidos contra: Señales de llamada telefónica. Tensiones hasta 2000 V entre tierra y líneas de entrada.
	Tiempo de grabación: 24 horas por bobina más traslapo (30 minutos como mínimo).

c) Alimentación de instalaciones

Será como se indica en 003.C(11) considerando que el suministro e instalación del cable para la conexión de los equipos con el tablero, estará a cargo del proveedor.

d) Cables telefónicos

— Los cables tipo principal y secundario exterior serán seleccionados y fabricados de acuerdo a las normas K13MA (especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas") y tendrán las características siguientes:

Conductores cobre recocido de 0.9 mm de diámetro (AWG 19) aislados con polipropileno o polietileno con posibilidad de identificación y cableados en cuarteta estrella (para los cables con menos de cuatro cuartetas, se permitirá el cableado en pares).

Envoltura o cubierta del haz por un material aislante no higrométrico.

Pantalla de aluminio seguida de un aislamiento adecuado.

Revestimiento de flejes galvanizados de 0.2 mm de espesor como mínimo o protección mecánica equivalente.

Forro aislante exterior de cloruro de polivinilo (PVC), o de policloropreno (material no propágador de la llama). Su color será negro.

En cada cable, la relación del número de los hilos disponibles y el número de los hilos utilizados será superior al 30 por ciento.

— Cable tipo secundario interior; sus características serán:

Conductores de cobre recocido de 0.5 o 0.6 mm de diámetro (AWG 24 o 26) aislados con polietileno o polipropileno con colores de identificación.

Para los cables con más de dos pares, pantalla de aluminio.

Forro aislante exterior de cloruro de polivinilo de color gris.

La reserva antes definida, será superior al 20 por ciento. No se hará necesaria ninguna reserva para los cables con menos de cuatro pares.

— Todos los cables principales y secundarios serán suministrados por el Representante, quien con la colaboración del proveedor tendrá a su cargo la realización de las siguientes funciones relacionadas con la fabricación de dichos cables:

Selección del proveedor.

Seguimiento de la fabricación.

Elaboración de cuadernos de pruebas de recepción.

Realización, junto con el proveedor de los cables, de las pruebas de recepción.

Análisis y aprobación (cuando ésta proceda), de modificaciones a las especificaciones de fabricación.

2. La red telefónica automática, será diseñada atendiendo a las siguientes características generales de los equipos.

a) Conmutador selector de grupo y/o enrutador. Tendrá las siguientes características funcionales.

— Será quien lleve a cabo el direccionamiento entre los conmutadores terminales, en función de los dos primeros dígitos.

— Podrán conectarse a él los conmutadores terminales directamente o por medio de enlaces PCM.

b) Enlaces PCM. Estos equipos serán el enlace entre los conmutadores terminales y el conmutador, selector de grupo y/o enrutador. Su capacidad será de 32 canales por módulo. Los enlaces serán bidireccionales. A estos equipos están asociados repetidores regeneradores de señal, ubicados a lo largo de la trayectoria que une sus extremos. Estos repetidores se instalarán en el local técnico de las estaciones y el número de ellos se calculará en función de las características del cable y de la distancia entre estaciones. El proveedor deberá aprovechar los enlaces ya existentes.

c) Conmutadores terminales PABX

— Conmutador terminal para el edificio administrativo, PCC I y PCC II. Este conmutador dará servicio al tráfico local propio de las áreas que se conectan con él (edificio administrativo, PCC I y PCC II), sin tomar enlaces PCM. Unicamente cuando una o más extensiones requieran de una llamada hacia el resto de la red utilizarán enlaces PCM y por medio de estos enlaces llegarán también las comunicaciones provenientes del resto de la red.

Sus características serán:

— Tráfico por extensión 0.19 Erlang.

— 4/8 mesas de operadora.

— 84/168 líneas de red urbana (42 de salida y 42 de entrada) con restrictores LADA.

— 400/900 extensiones.

— 64/128 enlaces bidireccionales hacia el Conmutador, Selector de Grupo y/o Enrutador.

— Conmutadores terminales para las líneas 1, 2, 3, 4, . . .25. Estos conmutadores darán servicio al tráfico local propio del área que se

conecte con ellos (línea de Metro correspondiente sin tomar enlaces PCM). Unicamente cuando una o más extensiones requieran de una llamada hacia el resto de la red, utilizarán enlaces PCM y por medio de estos enlaces llegarán también las comunicaciones provenientes del resto de la red. Sus características serán:

— Tráfico por extensión 0.19 Erlang.

— 8 líneas de red urbana (únicamente de salida) con restrictores LADA.

— 150/200 extensiones.

— 32/64 enlaces bidireccionales hacia el selector de grupo.

Los conmutadores terminales de las líneas 1, 2, 3, 8 no requerirán de repetidores PCM.

— Conmutadores terminales para los talleres y futuros PCC III y PCC IV. Estos conmutadores darán servicio al tráfico local propio del área que se conecte con ellos (cada taller, PCC III y PCC IV), sin tomar enlaces PCM. Unicamente cuando una o más extensiones requieran una llamada hacia el resto de la red utilizarán enlaces PCM y por medio de estos enlaces llegarán también las comunicaciones provenientes del resto de la red. Sus características serán:

Tráfico por extensión 0.19 Erlang.

1/2 mesas de operadora.

22 líneas de red urbana (11 de salida y 11 de entrada) con restrictores LADA.

32/64 enlaces bidireccionales hacia el conmutador, Selector de Grupo y/o Enrutador.

— Los conmutadores terminales PABX deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

Cubrir el intervalo de su capacidad con un mínimo de partes del sistema. El número de diferentes tipos de circuitos impresos estará limitado.

Expanderse fácilmente desde su mínima capacidad hasta la máxima sin requerir un cambio del equipo inicial.

Ser flexible y tener la posibilidad de incluir nuevas instalaciones que pudieran requerirse.

Ser digital y cumplir con las recomendaciones del CCITT referente a la modulación PCM.

La conversación analógica/digital deberá preferentemente llevarse a cabo sobre la base de un canal individual.

Ofrecer conmutación remota para otros equipos enlazados con canales PCM (30/32) con acceso completo para todas las extensiones, a la operadora y las facilidades de mantenimiento.

El equipo será suministrado ya preprobado en fábrica y en módulos de fácil manejo.

En general todos los equipos (conmutadores terminales, sistemas PCM, selector de grupo y equipos asociados) deberán cumplir con las recomendaciones del CCITT de acuerdo a lo siguiente:

— El sistema deberá observar un diseño modular (conexión de tarjetas de circuito impreso, mediante clavijas y enchufes) para facilitar su instalación, mantenimiento y ampliación.

— Las tarjetas de circuito impreso deberán estar conectadas en bastidores.

— Los bastidores serán colocados en gabinetes con puertas con chapa.

— La altura máxima de gabinetes incluyendo herrajes y cableado no deberá exceder de 3.20 m para todos los equipos.

— El proveedor deberá especificar el área requerida para el equipo y las cargas en el piso para el mismo.

— El nivel de ruido producido por el equipo no deberá exceder 40 dbA, medidos a 1 m de distancia del equipo.

— Los equipos estarán concebidos de manera tal que se elimine la necesidad de llevar a cabo trabajos de mantenimiento, por la parte posterior de los gabinetes.

— El proveedor deberá especificar los tipos y características de las memorias usadas en el sistema.

— Las conexiones entre el PABX, troncales y extensiones deberán llevarse a cabo mediante un distribuidor principal. Este distribuidor deberá ser una unidad separada conectada a la central mediante cables con clavijas multipunto. Tendrá el distribuidor una capacidad de conexión de un 50 por ciento más para el lado de líneas que para el lado de central. También deberá contar con protectores para sobrevoltaje.

— Los distribuidores de los equipos terminales deberán estar dentro de los gabinetes con puertas y con chapa.

— El cableado entre equipos, se hará sobre charolas, ductos u otros sistemas convencionales a cargo del proveedor.

Características de transmisión. Serán de acuerdo a las recomendaciones del CCITT. El proveedor enviará al Representante éstas para su aprobación tanto para los PABX como para los PCM. Los niveles de transmisión determinados internamente en la central deberán permitir la conexión directa de enlace PCM desde las centrales públicas digitales.

Características de extensión. Deberá ser posible la conexión de cualquier combinación de aparatos telefónicos de botón de tono dual multifrecuencial (DTMF) y aparatos normales de disco al PABX, así como la conexión de aparatos digitales al mismo PABX.

También deberá tenerse la posibilidad de conexión hacia la misma posición, de aparatos de disco normal o aparatos de botón multifrecuenciales sin ningún cambio interno en el PABX y permitir tener estos dos tipos de aparatos en paralelo para la misma extensión.

Para la conexión de aparatos de disco se debe cumplir con los siguientes requisitos:

— Frecuencia de marcación:	Mínima 7 Hz
	Máxima 18 Hz
— Duración de impulsos:	30/70 — 50/50
— Pausa entre dígitos:	Mínima 300 ms
	Máxima 8 s

Para la conexión de aparatos telefónicos multifrecuenciales (DTMF) se debe cumplir con la recomendación CEPT del CCITT. El voltaje de operación será de 48 V con una tolerancia de − 4 y + 8.

El PABX debe ser capaz de operar con una resistencia de línea de hasta 1500 ohms incluyendo aparatos telefónicos y con un mínimo de resistencia de fuga:

— 40 kΩ entre hilo A e hilo B.

— 40 kΩ entre hilo A y tierra.

— 40 kΩ entre hilo B y tierra.

A la terminación de una conversación, se liberarán los órganos ocupados ya sea cuando el abonado A o B cuelguen indistintamente.

Características de troncales. El PABX deberá permitir la conexión de:

— Troncales de salida

— Troncales de entrada

— Troncales DID (marcación de entrada directa).

— Troncales bidireccionales

— Líneas privadas

— Enlaces bidireccionales PCM 30/32 hacia la central pública y/o a otro PABX con canal asociado de señalización.

La central debe funcionar correctamente cuando se conecte a troncales con resistencia de loop de hasta 2000 ohms. Las troncales DID deben ser capaces de utilizar la recomendación CCITT MEFC R 2 para señalización de registro o señalización decádica. La transmisión digital hacia otras centrales o PABX debe usar señalización DTMF o señalización decádica. Los pulsos decádicos hacia otras centrales (públicas o privadas) desde el PABX deben ser a una velocidad de 10 ± 1 Hz. La relación de impulsación debe ser 40/60 ± 1. Durante el tren de pulsos, la troncal debe presentar una resistencia menor de 1 ohm para el momento de marcar y mayor de 60 kΩ al soltar. La pausa entre dígitos deberá ser como mínimo de 300 milisegundos y como máximo 8 segundos. Los pulsos de entrada desde otro PABX en troncales privadas será de 7-18 Hz y con una relación de pulsos de 30/70-50/50 o alternativamente, con señalización DTMF.

Cuando las troncales estén desocupadas, deberán presentar entre las terminales a y b una resistencia mínima de 60 kΩ. Los circuitos para troncal privada deben estar preparados para recibir una señalización de bucle o E y M. Los circuitos E y M deben ser puenteables para operación a dos hilos.

Señales de tono y de llamada. El proveedor deberá indicar las características de los tonos y señales utilizados en sus equipos para aprobación del Representante. De común acuerdo, Representante y proveedor tratarán de adecuarlos hasta donde sea posible a las características de los utilizados en el conmutador actual.

Plan de numeración. Este será de acuerdo a lo indicado en proyecto. La localización física de las extensiones en el múltiple deberá poderse variar por programación. La numeración para grupo de extensiones deberá ser independiente al número de extensión individual.

Deberá especificar claramente el proveedor qué funciones y facilidades pueden ser utilizadas mediante aparatos con DTMF y cuáles requieren de aparatos especiales. Cuando una de las facilidades ofrecidas pueda ser utilizada con aparatos normales de disco y con aparatos con DTMF indistintamente el procedimiento desde la extensión debe ser el mismo.

Facilidades del sistema y de extensión. El sistema básico deberá incluir por lo menos las siguientes facilidades; el proveedor deberá especificar claramente cualquier desviación y/u omisión y deberá presentar una descripción concisa de cada una de estas facilidades, así como cualquier desviación u otras no consideradas que pueda ofrecer su sistema:

1. Tráfico entrante

— Tráfico entrante de la red pública a través de circuitos troncales de marcación directa y/u operadora. Deberá permitir, para llamadas entrantes desde la red pública el enrutamiento directo a las extensiones a través de líneas de marcación directa sin la participación de la operadora.

— Tráfico entrante de la red pública a través de operadora. Todas las llamadas entrantes que no son de marcación directa, deberán ser contestadas por la operadora, así como aquéllas de entrada directa que se encuentren ocupadas.

2. Tráfico saliente

— Llamadas salientes directas a la red pública. Debe el PABX permitir llamadas salientes a la red pública sin la participación de la operadora.

— Llamadas salientes a la red pública con intervención de la operadora. Las extensiones deberán contar con la posibilidad de establecer llamadas salientes con la ayuda de la operadora hacia la red pública. La operadora podrá tomar una línea troncal de la red pública y dejar a la extensión la línea para que marque el número del abonado deseado o pasarle la llamada después de que la operadora haya marcado el número del abonado externo. La extensión podrá esperar con el teléfono descolgado.

3. Llamadas internas

Las extensiones deben contar con la facilidad de establecer estas llamadas con o sin la participación de la operadora.

4. Rellamada automática

— Rellamada automática a extensión ocupada. En una llamada de una extensión a otra, cuando se obtiene tono de ocupado, mediante la marcación de un dígito, el sistema hará la rellamada cuando la extensión ocupada haya quedado libre.

— Rellamada automática sobre troncal ocupada. De ser posible, en una llamada de extensión, cuando todas las líneas troncales están ocupadas, efectuar una rellamada mediante la marcación de un dígito; el PABX mandará una llamada tan pronto exista una troncal libre.

5. Desviación de llamada

Será posible iniciar o cancelar la desviación de llamada desde la operadora PABX y desde extensiones marcando un código predeterminado.

— Desviación de llamada, común. Marcando un código, una extensión con esta clase de servicio puede desviar las llamadas externas entrantes o las llamadas internas a un puesto de contestación común.

— Desviación de llamada, cuando se encuentre ocupado. Será posible desviar una llamada entrante, cuando la extensión se encuentre ocupada, a un puesto de contestación predeterminado.

— Desviación de llamada - "sígueme". Marcando un código y un número de extensión, una extensión puede desviar todas las llamadas entrantes a otra extensión.

6. Captura de llamada

— Captura de llamada, individual. Una extensión puede capturar una llamada en otra extensión marcando el número de extensión y un dígito.

— Captura de llamada, en llamadas a otro miembro del grupo. Una extensión en un grupo definido puede capturar una llamada en otra extensión marcando un solo dígito.

— Conferencia tripartita. Una extensión que ya está conectada a otra puede iniciar una llamada de consulta y cuando la tenga establecida incluirla en la primera llamada y hacer una conferencia tripartita marcando un dígito.

7. Servicio nocturno

Los siguientes tres tipos de servicio nocturno pueden ser posibles, en cualquier combinación.

— Servicio nocturno - común. Cuando el conmutador es cambiado a servicio nocturno, las llamadas entrantes se dirigen a una extensión predeterminada.

— Servicio nocturno - universal. Las llamadas entrantes serán señalizadas en órganos comunes de señalización (campanarios). Las llamadas pueden contestarse desde cualquier extensión con clave apropiada de servicio, marcando simplemente un dígito de código.

— Servicio nocturno - individual. Las llamadas entrantes por una línea o grupo de líneas se conectan desde una extensión predeterminada.

Equipo y facilidades de la operadora del PABX

1. Deberá ser posible equipar el PABX con un mínimo de ocho mesas de operadora PABX, con posibilidades de ampliación.

2. Deberá ser posible conectar a la mesa de operadora PABX y su alimentación utilizando un solo par de alambres a distancias de hasta 500 m desde el equipo de conmutación.

3. La mesa de operadora PABX deberá estar equipada con un display que muestre la progresión de las llamadas a través del PABX y la información relevante de estas llamadas.

4. El display deberá ser preferentemente de cristal líquido con las funciones de control localizadas en un teclado colocado en una unidad separada.

5. El diseño deberá tomar en consideración los aspectos ergonómico que contribuyan a la operación libre de esfuerzos.

6. Deberá ser posible equipar a la operadora del PABX ya sea con un microteléfono y/o con una diadema conectada a cualquier lado al teclado de la mesa, por una clavija y enchufe.

7. Las siguientes facilidades y funciones al menos deberán estar a disposición de la operadora del PABX. Un display preferentemente del tipo de cristal líquido que pueda mostrar:

— Tipo de llamada.

— Números de extensión llamada y llamante.

— Número de línea troncal.

— Estado de la extensión, por ejemplo libre, ocupada, ocupada con una llamada estacionada,

número fuera de directorio y bloqueada para iniciar llamadas externas.

— Para llamadas reencaminadas, el número de la extensión que reencamina y el número de la extensión que recibe el reencaminamiento.

— Identificación de quien está conectado a la extensión llamada.

— Cantidad de llamadas en cola.

— Indicación de alarmas.

Un teclado separado con las siguientes funciones:

— Interruptor de mesa de operadora en servicio/fuera de servicio.

— Posibilidades para programar las extensiones del PABX para servicio nocturno común, individual o universal.

— Aceptación de llamadas y transferencia manual o automática.

— Llamadas en espera con función de monitoreo.

— Estacionamiento de llamadas.

— Señalización de llamada en forma acústica con un solo tono o con tono continuo.

— División de llamadas.

— Estacionar llamadas sobre extensiones ocupadas.

— Ofrecimiento de troncales (también combinada con estacionamiento sobre ocupado).

— Liberación forzada.

— Selección de línea troncal individual con intrusión en líneas ocupadas.

— Rellamada automática a troncal ocupada.

— Intrusión con tono de advertencia.

— Conexión/desconexión independiente de las partes conectadas.

— Marcación abreviada del directorio común.

— Llamadas en serie.

Requisitos de tráfico. El sistema PABX deberá permitir con las modificaciones posteriores necesarias, cargas de tráfico de hasta 0.24 Erlang/extensión en cualquier configuración con una probabilidad de pérdida de 0.01.

El detalle para cada PABX se indica en proyecto.

El cálculo deberá hacerse considerando una probabilidad de pérdida de 0.01.

Fuentes de alimentación de energía. La energía de CD alimentada al sistema deberá ser de 48 V, pero el sistema deberá funcionar satisfactoriamente entre 44 y 56 V. Otros voltajes usados en el sistema deberán ser convertidos de los 48 V alimentados por convertidores de CD/CD separados. El PABX deberá estar provisto con dos rectificadores y baterías que funcionen con 127 o 220 V, 60 Hz con variaciones permisibles de − 20 a + 10%. Uno de los rectificadores funcionará como alimentación normal y otro como socorro en caso de falla del primero, mediante un sistema de conmutación automática.

— Soporte de baterías para 24 horas de servicio con tráfico promedio.

— El máximo consumo de energía permitido para cada PABX no debe exceder de 2.5 W por extensión.

— El voltaje del ruido de CA medido con un filtro sofométrico (de acuerdo a la recomendación P53A del CCITT) no debe exceder de 2 mV.

— En caso que se requiera, el proveedor deberá incluir en su cotización los armarios de distribución de energía.

— Las baterías deberán ser del tipo níquel-cadmio.

Operación y mantenimiento

1. Los siguientes principios deben ser empleados:

   — Deberá ser posible la operación o mantenimiento remoto.

   — Todo el equipo común deberá ser continuamente monitoreado por un sistema de alarmas interconstruido.

   — Si una falla ocurre se deberán tomar automáticamente las medidas que la limiten.

   — El mantenimiento preventivo será mínimo y el proveedor entregará sus recomendaciones y programas.

   — La localización de fallas hasta nivel de tarjetas de circuito impreso deberá hacerse automáticamente con el sistema de supervisión interconstruido.

   — Deben ser supervisadas las suficientes alarmas que permitan una correcta operación del sistema. La información detallada deberá estar disponible desde la terminal de entrada/salida.

   — Deberá ser posible alterar, adicionar y expandir facilidades.

   — El sistema de software deberá ser construido en módulos orientados por funciones.

   — Los disturbios en un módulo no deben afectar a otros módulos del sistema.

   — Deberá ser posible proporcionar protección de escritura a ciertos programas y datos.

   — Los programas deberán ser almacenados en memorias modificables eléctricamente y el proveedor deberá establecer qué tipo de soporte de memorias ofrece.

2. Funciones de entrada y salida

— Será posible conectar unidades de entrada/ salida de tipo estándar (impresora o video) en forma normal al sistema vía interfase que cumpla con la recomendación del CCITT vigente, en forma local o remota utilizando modems estándar, para aplicarlos al control y supervisión del conmutador, así como para los requerimientos de manejo de información interna y/o externa del STC.

— Las unidades de entrada/salida deberán ser usadas para: supervisión del conmutador, manejo de los datos del sistema, reportes de fallas, localización de fallas y registros de tráfico.

— El lenguaje hombre-máquina será simple de usar y deberá ser posible asignar a cualquier comando una de cuatro clases de autorización y una palabra clave programable se deberá asociar a cada clase (por ejemplo para instalación, administración, operación y mantenimiento).

3. Localización de fallas. Deberá ser posible localizar fallas por medio de información de alarmas, pruebas controladas, por programas y/o conexiones de prueba. Con estos métodos deberá ser posible localizar la mayoría de las fallas debidas a tarjetas de circuito impreso. Las pruebas no afectarán la operación normal del sistema.

Componentes. Se deberán usar en el sistema componentes de estado sólido de baja energía. Todos los circuitos integrados deberán tener cápsulas de cerámica y todos los componentes deberán estar montados sobre tarjetas de circuito impreso.

Condiciones ambientales. Adicionalmente a las indicadas en 003.C (12) el PABX deberá estar diseñado para trabajar a una temperatura ambiente de 278 K (5°C) a 333 K (60°C) y una humedad relativa del 20 al 80 por ciento sin degradación del servicio.

1. El equipo de conmutación deberá soportar las sobretensiones causadas por descargas eléctricas, indicadas a continuación sin degradación de ningún componente; este requisito deberá ser satisfecho si uno de los hilos en el conmutador es conectado a tierra. Las sobretensiones pueden ser positivas o negativas.

— Voltaje de pico: 1000 V

— Tiempo de valor medio: 1000 microsegundos

— Tiempo de elevación: 10 microsegundos

2. Corriente de campaneo. La conexión accidental entre el equipo de campaneo y los dispositivos electrónicos en los circuitos de extensión y troncal, no deben destruir ningún componente.

3. Red eléctrica. La sobretensión provocada por conexión directa de cualquier extensión a líneas de alimentación de energía de 220 V 60 Hz, no deberá destruir más equipo que el de esa línea individual y además no provocará fuego.

4. Compatibilidad. Los equipos a instalar deberán ser totalmente compatibles con los actualmente en servicio y el proveedor se obligará a efectuar todos los trabajos enunciados en esta Especificación, bajo este principio.

5 Los equipos y en general todo el material del sistema de telefonía de trenes, serán diseñados utilizando el principio de corrientes portadoras con una robustez tal que les permita resistir las vibraciones y los choques a los cuales pueden estar normalmente expuestos. Sin embargo, la utilización de este principio no limita la aplicación de alguna otra tecnología compatible, la cual deberá presentarse para su aprobación.

a) La red será susceptible de ampliarse en el futuro; en caso de extensión de la línea, todos los equipos estarán constituidos de módulos fácilmente desmontables e intercambiables y el equipo electrónico y los sistemas de señalización óptica serán hechos completamente a base de elementos de estado sólido, debiendo emplearse dentro de lo posible en forma integrada. Los circuitos deben ser suficientemente estables para no tener que ajustarlos cuando operen en las condiciones de temperatura y alimentación que se indican en 003.C (11 y 12). Los órganos de conmutación de preferencia deben ser de estado sólido y en caso contrario deberán ser sellados y no susceptibles de ajuste y sus contactos tendrán acabados apropiados para el tipo de uso.

Los contactos de los conectores serán dorados; cada una de las placas puede ser retirada o colocada en su sitio, sin ningún riesgo de deterioro.

b) Todas las cartas del mismo modelo, una vez ajustadas, pueden ser colocadas en cualquier equipo sin tener que hacerles ningún ajuste complementario; su montaje deberá ser apropiado con conectores dispuestos de tal manera que no exista posibilidad de introducir equivocadamente otras tarjetas diferentes.

c) Las instalaciones deberán sufrir sin daños, todos los regímenes de perturbaciones que puedan provenir de la corriente de tracción o de otras corrientes fuertes y deben ser compatibles con otras que se encuentren en el medio que rodea a éstas (circuitos de tracción, circuitos de vía de señalización, dispositivos de pilotaje automático, etc.).

d) La tierra de todos los circuitos electrónicos estará aislada de la tierra de los chasis y blindajes. Los fusibles de baja tensión de los equipos serán preferentemente de tipo cartucho y colocados de manera tal que sean fácilmente accesibles para su reemplazo.

e) El proveedor seleccionado deberá presentar un prototipo físico de los siguientes equipos:

— Una caja de acoplamiento fija con portafusibles de vía.

— Una caja de acoplamiento de tren.

— Un transceptor de tren con su soporte.

— Una platina para instalar en PCC.

— Cajas de acoplamiento, transceptor y armario HF.

Todos ellos, una vez aprobados, se tomarán como base para la fabricación en serie.

f) Estructura general de las instalaciones. En principio, la subred de una línea estará constituida por lo siguiente:

— En el PCC:

Una platina con microteléfono, altavoz y botones para mando y control.

Un equipo que contenga la lógica necesaria para el mando y control de las informaciones emitidas y recibidas de la línea, incluyendo su propia alimentación.

La interfaz platina-armario.

— En línea:

Circuitos telefónicos.

En las estaciones situadas a la mitad de cada zona, un armario HF que comprenderá un transceptor, un puesto de prueba, equipo de alimentación, baterías de emergencia y la interfaz de enlace para mando y control.

Cables de enlace con el repartidor telefónico.

Entre cada armario y las cajas de acoplamiento, un cable portador de HF colocado sobre una canalización ya existente.

Distribuidas a lo largo del túnel, cajas de acoplamiento entre el cable de HF y cada una de las dos vías. El enlace a estas últimas, se hace para el cable positivo, a través de las barras guía mediante un fusible y para el negativo, a través de los puntos medios de las conexiones inductivas de señalización (en caso de que estén previstas) o ficticias que instalará el proveedor.

En las separaciones de zona, cajas de separación conectadas entre los rieles y las barras guía, que atenúen la señal para evitar diafonía entre zonas.

Un par telefónico (no incluido en los alcances) enlazando cada puesto de maniobra (PM) de terminal con el armario HF correspondiente.

En cada PM de terminal, un altavoz, un micrófono, un amplificador y un banco de baterías con cables de alimentación y telefónicos para enlazar el puesto con el repartidor de la estación.

— En el PM de los talleres:

Un altavoz.

Un micrófono.

Un armario HF con sus cables de alimentación.

— En los talleres:

Cables HF de enlace.

Cajas de acoplamiento.

— Sobre cada motriz con cabina (no incluido en los alcances):

Un micrófono empotrado en el tablero de conducción.

Un altavoz con control de volumen empotrado en la pared.

Un transceptor con su soporte.

Una caja de acoplamiento.

g) Características de la transmisión. Las transmisiones telefónicas deberán ser claras e inteligibles; los circuitos electrónicos se diseñarán de manera que permitan la transmisión de voz en el espectro de 200 a 3000 Hz como mínimo dentro de $\pm$ 3 dB. Este sistema deberá contener un dispositivo que permita que durante el periodo de espera el ruido eléctrico sea eliminado; el ruido permisible durante la conversación no deberá exceder de 40 dB. La portadora será de 90 kHz $\pm$ 2 kHz.

h) Equipos del PCC

— Para cada línea existirá en el PCC un pupitre de mando y control donde se colocará una platina telefónica empotrada en él, que posea elementos de fijación para ser instalada posteriormente de acuerdo con el proveedor que suministre el pupitre. Su montaje debe permitir un fácil acceso a la parte del cableado.

— La presentación de la parte aparente de la platina (trazos, leyendas, botones e indicadores luminosos) deberá ser aprobada por el Representante.

— El equipo que contiene la lógica de mando y control, asociado a la platina, se encontrará dentro de un armario ubicado en la sala de relevadores del PCC. El enlace entre la platina y el equipo asociado, se hará por medio de cable flexible de la platina hasta un conector dentro del pupitre y por otro cable de dicho conector al armario. Los huecos para paso de cables y los soportes para los mismos no están a cargo del proveedor.

— La tonalidad de espera que el regulador emite en ciertos casos, deberá ser clara, de nivel adecuado y el valor de su frecuencia estará dentro del intervalo audible.

— La potencia nominal del amplificador que alimentará el altavoz, será preferentemente de 3 W a 1 kHz. Este amplificador estará precedido de un dispositivo que elimine toda diafonía entre las diversas zonas. El amplificador se bloqueará en la ausencia del control de HF (squelch).

— El micrófono será de la calidad adecuada para tener una respuesta plana dentro del intervalo de voz a transmitir. Adicionalmente, su diseño mecánico deberá ser resistente para el uso al que se le va a destinar.

— El equipo en PCC deberá tener capacidad para al menos ocho zonas en cada línea.

— La transmisión de la modulación y el mando de emisión o recepción de los armarios HF, deberá cumplir con las normas del CCITT.

— El control de alimentación normal de los armarios HF y de la presencia de HF, será asegurado por la emisión de bajas frecuencias emitidas sobre un par único (a nivel de cada línea de Metro) pasando de armario en armario hasta el PCC. Las señales deben ser de acuerdo a las normas CCITT.

— El cable telefónico de enlace compuesto de hilos de 0.9 mm de diámetro no estará incluido en los alcances y se fabricará de acuerdo a la norma K13MA (especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas").

— Tiempo de grabación: 24 horas de bobina más traslapo (30 min como mínimo).

— El equipo de telefonía de trenes deberá contar con salidas adicionales de audio monitoras, tanto de entrada como de salida del modulador y demodulador para ser utilizadas en conjunto con un sistema de grabación. Las características de la grabadora serán las indicadas en 003.C de esta Especificación.

i) Armario HF de estación. Estos armarios estarán ubicados en una estación determinada por cada zona e instalados en un local reservado para los equipos electrónicos. Cada armario comprenderá:

— La alimentación a partir de corriente alterna 220 V 60 Hz.

— La alimentación de socorro a partir de las baterías propias del armario (las cuales deberán proporcionar una alimentación que permita el correcto funcionamiento del equipo durante al menos dos horas).

— El dispositivo de transferencia de alimentación normal a socorro) con su contacto de control de alimentación para el PCC.

— El puesto telefónico de prueba que permite efectuar pruebas con los trenes, por mando local del emisor y del receptor y con el PCC en telefonía simple por los hilos de enlace.

— El dispositivo de salida para el altavoz de escucha del PM de terminal.

— El repartidor.

— Cables HF múltiples para el enlace con las cajas de acoplamiento.

— Cables de enlace del repartidor telefónico de la estación con el armario de zona y con el del taller (cuando exista).

— El dispositivo de enlace con el PCC (transladador de modulación, lógica de selección emisión o recepción, emisores de frecuencias, etc.), que aisla totalmente los circuitos locales de los pares telefónicos.

— El emisor cuyas características serán las siguientes a título indicativo:

Frecuencia portadora: 90 kHz ± 2 kHz.

Estabilidad de frecuencia, tomando en cuenta variaciones de alimentación, temperatura y para una impedancia de carga de 5 a 150 ohms.

Desviación de frecuencia para señal máxima: ± 4 kHz.

— Potencia de salida total (para el caso de un solo amplificador) 300-400 W, pudiéndose usar varios amplificadores cuya potencia total no sea menor a este valor.

Tiempo de funcionamiento permanente sin calentamiento excesivo: 1 hora.

Coeficiente normal de utilización: 0.5. El sistema de comunicación no debe permitir una distorsión mayor de 10 por ciento en las peores condiciones de operación.

— El receptor, cuyas características serán las siguientes:

Frecuencia portadora: 90 kHz ± 2 kHz.

Estabilidad: comc el emisor.

Ancho de banda de HF ± 4 kHz a 3 dB y ± 7 kHz a 20 dB.

Sensibilidad en HF, 5 mV mínimo.

Bloqueo automático en la ausencia del control de HF (squelch), regulable por botón exterior graduado.

Potencia de salida BF regulable por botón exterior graduado.

Un cortocircuito sobre la salida de BF no provocará daño alguno.

El dispositivo de control HF verificará la presencia de tensión HF, que proviene de un tren o del armario y enviará como alarma una señal de frecuencia, cuando no hay HF.

j) Equipos de PM de terminal. La modulación que viene del armario HF se aplicará a un amplificador ubicado en el local técnico de la terminal, el cual alimentará el altavoz que se encuentra instalado en el local del PM y cuenta con un control de volumen (mínimo no nulo) Los cables de enlace y el equipo de alimentación del amplificador estarán incluidos en el suministro.

k) Cables de salida HF. De cada armario HF de estación saldrán varios cables para inyectar la señal HF en diferentes puntos de la zona de radioteléfono. Su valor de impedancia característica estará comprendido entre 100 y 150 ohms.

El proveedor juzgará si debe o no cargar la extremidad más lejana del cable con una resistencia de carga. Las características físicas del cable son dejadas a la iniciativa del proveedor, que las hará conocer en su cotización, pero su norma de construcción debe ser la K13MA (especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas"). No se impone colocar al cable una armadura de cinta metálica que puede ser perjudicial para la buena transmisión de la señal HF; por el contrario, será necesario que la cubierta exterior del cable esté formada por una gruesa capa de polipropileno o de PVC. La tensión de servicio será de 750 volts.

l) Cajas de acoplamiento fijas. Tienen por función:

Aislar el cable HF de la tensión continua de tracción.

Asegurar un acoplamiento de impedancia conveniente, entre el cable HF y la vía.

— Las conexiones cable-caja de acoplamiento deben hacerse a través de fusibles provistos de indicadores, que muestren su estado operativo. Estas cajas de gran resistencia mecánica, protegerán del polvo y el agua a los componentes que se instalen en su interior. Normalmente se instalarán fijas al muro.

— Deberá existir un sistema de acoplamiento óptimo entre cables y sistemas y viceversa. El proveedor deberá poner especial atención al hecho de que el acoplamiento de impedancia para todas las cajas, sea calculado para obtener en la emisión el máximo de tensión HF sobre el cable, cualquiera que sea la posición del tren emisor. Debido a esto será posible desadaptar las impedancias a fin de limitar, para beneficio de las otras cajas, el exceso de circulación de energía entre cada caja y el cable. Se puede tomar como valor nominal de carga de la vía, 30 ohms.

Este valor puede, en la práctica, variar de 5 ohms (trenes presentes) a 50 ohms (trenes alejados). Vista por el cable, a través del transformador, la vía podrá aparecer como una impedancia de 1000 ohms. Estos valores son dados a título indicativo y no involucran ninguna responsabilidad por parte del Representante.

— La implantación de las cajas de acoplamiento se hará de manera que la intensidad de la señal HF sea uniforme en todos los puntos de la línea.

m) Cajas de separación. De concepción mecánica idéntica a las cajas de acoplamiento, éstas cortocircuitan la señal de HF y tendrán como función asegurar la separación telefónica de las diferentes zonas, sin crear diafonía entre las mismas. Existirán cajas de separación en:

Los seccionamientos de zona.

Los enlaces de línea.

Los enlaces de talleres.

n) Enlaces de las cajas de acoplamiento y de las cajas de separación con la vía. Los cables de enlace con la vía deben ser monopolares de calibre 10 AWG como mínimo, con aislamiento de PVC y para una tensión de servicio de 1000 V. Se colocarán dentro de tubos de PVC para su protección. Las conexiones se harán:

— Para los cables positivos sobre la barra guía por medio de un soporte situado bajo la misma y fijado después de perforar ésta, con tornillos y tuercas. Este soporte lleva igualmente un fusible de protección.

— Para los cables negativos, en el punto medio de la conexión inductiva más próxima o ficticia. El enlace es asegurado por un conector que se sujeta a un perno en la conexión.

o) Influencia de las conexiones inductivas sobre la transmisión. El proveedor deberá tomar en cuenta la influencia eléctrica de las conexiones inductivas para obtener una transmisión y recepción óptimas.

p) Equipo en las motrices con cabina de conducción. Cada motriz con cabina comprenderá:

— En la cabina sobre la pared vertical, el transceptor colocado sobre un soporte.

— Bajo el chasis de la motriz, la caja de acoplamiento.

— Empotrado en el tablero de conducción, el micrófono con su cordón.

— En la pared vertical situada detrás del conductor, el altavoz y sus accesorios.

El suministro e instalación de los equipos a bordo del tren será objeto de otro contrato del proveedor con el constructor del material rodante.

— Características comunes a los transceptores y a las cajas de acoplamiento. Los transceptores y las cajas de acoplamiento deberán resistir los choques a que serán sometidos, especialmente durante su transporte para el mantenimiento y resistirán sin falla la siguiente prueba de vibración: aceleración de 50 m/s^2 a 20 Hz durante 15 minutos.

El conjunto de los circuitos, incluyendo el blindaje de los cables, estará totalmente aislado del chasis del tren; la conexión con éste se hace por el exterior a través de la alimentación de 72 volts.

Independientemente de la identificación del fabricante, se colocará una etiqueta graba-

da, para precisar la identidad de cada aparato.

Los cables de enlace se unirán a las cajas mediante conectores provistos de cubiertas impermeables con el fin de protegerlos cuando sean desconectados.

Características eléctricas de la alimentación. El equipo será alimentado por la batería auxiliar del tren cuya tensión nominal de 72 V puede variar entre 55 y 90 V. El negativo de esta batería se conecta al chasis del tren. La protección se hace mediante dos fusibles, uno sobre el positivo y el otro sobre el negativo.

— Todo cortocircuito entre los hilos de los cordones exteriores no debe implicar ningún riesgo de destrucción de los componentes.

— El equipo será concebido de tal manera que no se vea afectado por las perturbaciones que produzca la corriente de tracción y por las sobretensiones fugitivas creadas en particular por la conmutación de relevadores y contactores diversos que son también alimentados por la batería auxiliar del tren.

— Transceptor. El puesto será constituido por una caja provista de un soporte fijo con amortiguadores incorporados.

Los circuitos electrónicos se harán sobre cartas de circuito impreso insertables. Cada tarjeta tiene una función determinada tal como emisión, recepción, amplificación de baja frecuencia, etc. Las características eléctricas dadas a título indicativo son:

Características generales:

Tensión de alimentación: 55 a 90 VCD (tensión nominal 72 V).

Consumo de corriente en espera: inferior a 0.1 A.

Consumo de corriente en recepción: inferior a 0.5 A.

Consumo de corriente en emisión: 1 A.

Frecuencia de la portadora: 90 kHz.

Temperatura de funcionamiento: 273 K (0°C) a 328 K (55°C).

Protección contra las señales parásitas presentes sobre los circuitos de alimentación.

Chasis aislado eléctricamente de los circuitos internos.

Características del emisor:

Frecuencia portadora: 90 kHz.

Potencia de salida: ajustable hasta 30 watts.

Impedancia nominal de salida: 75 ohms. Soporta un funcionamiento sin carga, o en cortocircuito así como las cargas inductivas y capacitivas sin inconvenientes.

Estabilidad en frecuencia: ± 5% teniendo en cuenta variaciones simultáneas de la carga, de la tensión de alimentación y de la temperatura.

Tipo de modulación: modulación de frecuencia.

Variación de frecuencia: ± 1.2 kHz.

Nivel de tensión necesaria para el modulador: 3 mV a 250 mV, sin deformación de la modulación.

Entrada para el micrófono: simétrica 600 ohms.

Características del receptor:

Parte HF

Frecuencia de recepción: 90 kHz.

Nivel mínimo de entrada: 30 mV.

Nivel máximo de entrada: 100 V.

Funcionamiento posible sobre redes explotadas por varias frecuencias simultáneas.

Ancho de banda HF a 3 dB: ± 4 kHz.

Ancho de banda HF a 20 dB: ± 7 kHz.

Sensibilidad ajustable.

Parte baja frecuencia

Potencia de salida: ajustable hasta 3 watts.

Impedancia de salida: 4 ohms.

Ancho de banda: 200 — 3000 Hz.

Dispositivo de silenciamiento (Squelch).

— Caja de acoplamiento. Deberá estar construida con materiales que eviten daños mecánicos originados por movimientos del tren y manejo durante su traslado e instalación y estará sellada contra el agua y el polvo.

Su fijación deberá estar de acuerdo con los montajes mecánicos que para tal efecto llevan las motrices. Cualquiera de sus partes vivas deberán tener su blindaje correspondiente aterrizado.

Sus componentes pasivos deberán ser de las características apropiadas para que queden protegidos para su uso en potenciales de 1500 V y contra perturbaciones de sistemas inductivos (motores de tracción).

Hilo de ayuda mutua. Si todas las escobillas de la motriz están levantadas o si, al nivel donde se encuentra la motriz o en la misma motriz se produce un cortocircuito permanente sobre los circuitos de tracción el

enlace telefónico no podrá establecerse. Debido a ello, las cajas de acoplamiento de las motrices extremas se conectarán en paralelo a través de un hilo blindado de ayuda mutua a fin de que las señales recibidas en una u otra caja puedan ser recibidas simultáneamente por los dos transceptores.

Micrófono y altavoz. El micrófono será de tipo dinámico o similar y el altavoz tendrá un potenciómetro para control de volumen sonoro; no será posible anular en forma total dicho volumen; la potencia mínima será de 100 mW.

La salida BF del puesto deberá por lo tanto ser, ajustada a su potencia máxima.

q) Alimentación de instalaciones. Será como se indica en 003.C (11), considerando que tanto en estación como en PCC la alimentación se dará en un tablero situado dentro del local donde se instalen los equipos. El cable y la instalación del mismo, para enlazar al tablero con el equipo, estará a cargo del proveedor.

r) Cables. Serán de dos tipos:

El de enlace armario HF - cajas de acoplamiento.

El de enlace cajas de acoplamiento - vía.

— El primer cable será seleccionado y fabricado de acuerdo a la norma K13MA (especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas"), y tendrá las características siguientes:

Conductores de cobre recocido con diámetro de 1.15 mm (AWG 17) aislados con polietileno con identificación y cableados en pares. Envoltura o cubierta del haz por un material aislante no higrométrico.

Pantalla de aluminio seguida de un aislamiento adecuado.

Revestimiento de flejes galvanizados de 0.32 mm ± 10% de espesor o protección equivalente.

Forro aislante exterior de cloruro de polivinilo (PVC) o policloropreno. Esta cubierta no debe propagar la llama ni emitir vapores tóxicos y/o irritantes en presencia de llamas. Su color será negro.

— El segundo cable estará compuesto de varios conductores de cobre sin estañar con diámetro de 0.32 mm (28 AWG), de manera que formen un cable de calibre 10 AWG. Su aislamiento será de cloruro de polivinilo que soporte una tensión de servicio de 1000 V; su color será negro.

— Para el primer tipo de cable deberá dejarse una reserva del 20 por ciento del total de los conductores.

— Todos los cables a utilizar serán suministrados por el Representante de acuerdo a lo indicado en 003.C (d) de esta Especificación.

6. Los equipos que integran el sistema de sonorización deberán fabricarse considerando tres grupos: de generación, transmisión y amplificación y difusión local.

a) Sistema de generación. Son los equipos que tendrán como finalidad:

— Enviar informaciones (voceos en vivo) a los usuarios del Metro, desde un centro (particular para cada línea) denominado de comunicaciones. El equipo, consistente en un micrófono y botonera de selección, se instalará en una platina cuyas características serán como las descritas en 003.C(a).

— Proporcionar música ambiental y difundir mensajes grabados a todas y cada una de las estaciones del Metro, en todas sus áreas de servicio al público, a través de un centro específico para la generación de esta señal denominado Audiometro, el cual es complementario del sistema de sonorización y voceo; en forma general estará integrado por los siguientes equipos:

— Equipo de transmisión

1 Consola de control maestro.

2 tornamesas con pastillas magnéticas de arranque instantáneo.

2 preamplificadores de tornamesas.

2 reproductoras de carrete abierto.

2 reproductoras de cartucho cuatro tracks.

2 grabadoras reproductoras de cassettes.

2 amplificadores de estudio.

2 altavoces monitores para estudio.

1 tablero de parcheo auxiliar.

1 tablero de transmisión y monitoreo.

1 lote de cable, puentes y conectores.

1 audífono para monitoreo.

1 cartuchera tipo carrusel (reproductora).

1 grabadora de cartucho.

— Equipo de grabación

1 consola de control maestro.

2 tornamesas de arranque instantáneo con pastillas magnéticas.

2 preamplificadores de tornamesas.

2 grabadoras reproductoras de carrete abierto.

1 audífono para monitoreo.

1 amplificador monitor de respuesta plana.

2 altavoces monitor.

1 tablero principal de parcheo.

1 lote de cables, puentes y conectores.

1 cartuchera tipo carrusel (reproductora).

1 grabadora de cartucho.

1 borradora de cinta para cartucho.

1 enrolladora de cinta para cartucho.

Equipo de locución

1 micrófono de mensajes directos.

4 micrófonos para grabaciones simultáneas.

3 pedestales de mesa.

2 pedestales con boom y caña.

Todos los equipos serán diseñados para una humedad relativa de 60 por ciento y bajo las siguientes características:

Consola de control maestro para transmisión o grabación

Respuesta de frecuencia:	30 a 20 000 Hz + 0 dB, − 1 dB.
Distorsión armónica total:	Inferior a 0.5% a 10 dB
Ganancia:	Mayor de 70 dB
Entradas a la consola:	10 canales estéreo o 20 monoaurales
Salidas de consola:	2 de programa y 1 de audífonos
Diafonía:	− 60 dB a 1 kHz
Medidores de UV:	2 con selector
Equipo de intercomunicación:	Integrado a la consola
Alimentación:	127 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

— Tornamesas

Diámetro del plato:	31 cm
Motor:	Lineal, sin escobillas
Sistema de transmisión:	Directa
Velocidades:	33 1/3 y 45 rpm
Fluctuación y efecto de trémolo:	Máximo 0.20% (wrms)
Brazo fonocaptor:	Equilibrado estáticamente
Gama de ajuste de peso:	0-2.5 gramos
Fonocaptor:	Magnético
Aguja reproductora:	Elíptica de diamante
Respuesta de frecuencia:	20 a 20 000 Hz
Alimentación:	120 VCA/60 Hz
Montaje:	Para empotrar en mesa
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

Preamplificador estéreo para tornamesa (si fuera necesario)

Impedancia de entrada:	47 kΩ
Impedancia de salida:	600 ohms
Distorsión armónica:	Inferior a 0.01%
Nivel de salida:	Ajustable
Respuesta de frecuencia:	20 a 20 000 Hz ± 0.5 dB
Curva:	RIAA
Alimentación:	120 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

— Grabadora reproductora de carrete abierto

Velocidad de cinta:	38 cm/s (15 pulg./s)
	19 cm/s (7½ pulg./s)
Respuesta de frecuencia:	30 a 20 000 Hz
Fluctuación y efecto de trémolo:	0.04% a 19 cm/s
Distorsión armónica total:	Menor de 1%
3 cabezas:	Grabadora, reproductora y borradora
Sistema de transmisión:	Directo
Relación señal de ruido:	Superior a 60 dB
Sistema de cinta:	¼ de track

Diámetro de carretes:	18 y 25 cm (7 y 10 pulg.)
Alimentación:	120 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

NOTA: Los mecanismos impulsores de cinta y los circuitos electrónicos deben estar separados a fin de facilitar el mantenimiento y la edición.

— Reproductora de cartucho tipo carrusel

Capacidad:	24 cartuchos
Velocidad de cinta:	4.8 cm/s
Sistema:	4 tracks
Fluctuación y efecto de trémolo:	0.35 (wrms)
Respuesta de frecuencia:	50 a 10 000 Hz
Relación señal - ruido:	48 dB
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)
Montaje:	Rack 48 cm (19 pulg.)
Alimentación:	20 VCA/60 Hz

— Grabadora de cartuchos

Compatible con la reproductora tipo carrusel.

— Enrolladora de cinta para cartuchos

Compatible con la reproductora tipo carrusel.

— Borradora de cinta para cartuchos

Compatible con la reproductora tipo carrusel.

— Grabadora reproductora de cassettes.

Entradas:	Micrófono baja impedancia (0.25 mV, 70 dB)
Salidas:	Línea 50 kΩ (77.5 mV, 20 dB) Línec 50 kΩ (0.44 V, 5 dB máximo)
Respuesta de frecuencia:	30-18 000 Hz ± 3 dB c/cinta metálica
Cabezas:	3 (grabación, reproducción y borrado)
Relación señal - ruido:	60 dB
Sistema de grabación:	4 pistas
Fluctuación de trémolo:	0.04 % wrms (NAB)
Medidores de pico:	LED o Vumetro
Montaje:	Rack de 48 cm (19 pulg.)
Alimentación:	120 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

Amplificadores de estudio

Potencia de salida:	50 W rms
Respuesta de frecuencia:	20 — 20 000 Hz ± 0.5 dB
Distorsión armónica:	Menor de 0.5 % a máxima salida
Entradas:	Línea 150 mV, 47 kΩ
Impedancia de salida:	8 ohms
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)
Controles:	Ganancia
Montaje:	Rack de 48 cm (19 pulg.)
Alimentación:	120 VCA/60 Hz

Altavoz monitor para estudio de grabación

Capacidad de potencia:	Mayor de 30 W dinámicos
Gama de frecuencias:	33 a 20 000 Hz ± 4 dB
Impedancia nominal:	8 ohms
Sistema de altavoces:	3 vías, bajos (cónico), medios 6 (cónico), altos
Dimensiones:	Máx. (AXLXF) 30 x 20 x 20 cm
Accesorios:	Tira de conexiones, soporte para fijación a muro y cable
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

Altavoz para monitoreo de transmisión. La cabina de transmisión debe equiparse con un altavoz idéntico al utilizado en estación, completo con bafle y transformador de línea

a fin de que el operador tenga la referencia de calidad que recibe en estaciones (véase "Cajas acústicas"), el cual irá montado en un rack de 48 cm (19 pulg.).

— Micrófono para mensajes directos y grabaciones simultáneas. Tipo dinámico, bobina móvil cardioide con diafragma de Mylar con protección contra golpes y pantalla antiviento. Su accionamiento deberá ser controlado por medio de un interruptor integrado al micrófono; sus características serán:

Impedancia:	Doble (alta y baja)
Respuesta de frecuencia:	60 a 15 kHz
Nivel de salida:	60 dBm aproximadamente
Montaje:	Brazo movible
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

— Tableros de parcheo principal, auxiliar y de transmisión y monitoreo

Montaje:	Gabinete estándar de 48 cm (19 pulg.) con tira de leyendas
Tres polos:	Vivo, común y tierra
Número de vías:	24 vías dobles
Longitud de los cordones:	61 cm (2 pies)
Número de terminales en el block:	120
Número de cordones por tablero:	20
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 313 K (40°C)

— Audífonos:

Tipo:	Estéreo
Respuesta en frecuencia:	20 a 18 000 Hz
Impedancia:	De acuerdo a la salida de la consola
Potencia de salida:	Máxima 1 watt rms

b) Sistema de transmisión. Equipo que transmite las señales de audio generadas en el PCC, el cual se localiza dentro de este puesto central de control y de manera general estará integrado por lo siguiente:

12 amplificadores con ecualización de preénfasis.

1 tablero monitor con selector de 12 canales.

1 gabinete de sonorización y voceo.

1 juego de cables, puentes y conectores.

Todos ellos deberán cumplir las siguientes condiciones técnicas:

— Amplificadores de transmisión con ecualización de preénfasis

Alimentación de emergencia:	+ 0 − 48 VCD
Ganancia:	3 dB + 20 de rampa
Amplificación por octava:	3 dB/octava arriba de 500 Hz
Respuesta de frecuencia:	± 1 dB, 20 − 20 000 Hz
Impedancia de entrada:	15 kΩ, balanceada
Impedancia de salida:	Inferior a 8 ohms
Distorsión armónica:	1.0% a máxima potencia
Inicio de rampa preénfasis:	500 Hz
Nivel de salida antes de frecuencia de corte:	3 dBm
Nivel de ruido:	− 90 dBm
Alimentación nominal:	127 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 328 K (55°C)
Controles:	Ganancia, preénfasis y encendido
Montaje:	Para gabinete de 48 cm (19 pulg.)
Indicador de UV (MED-VU):	Análogo de volumen (VU)
Tipo de uso:	Continuo (24 horas)

NOTA: Los controles de preénfasis y de ganancia deberán estar remetidos del frente, accesibles solamente con ajuste de tornillo.

— Tablero monitor. La central de amplificadores de línea estará equipada con un tablero

de monitoreo que permitirá verificar la salida de cada uno de los doce amplificadores de línea. El monitor contará con selector de 12 vías, circuito de ecualización y amplificador para alimentación del altavoz monitor, con las siguientes características:

Alimentación de emergencia:	+ 0 − 40 VCD
Montaje:	Modular para gabinete de 48 cm (19 pulg.)
Selector:	De teclas, doce vías y apagado
Alimentación:	127 VCA/60 Hz
Altavoz:	National 16 F8-1 o similar
Amplificador:	5 watts, control de volumen. Respuesta de frecuencia 60 a 10 000 Hz Impedancia de salida: 8 kΩ Impedancia de entrada: 15 kΩ
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 333 K (60°)

El tablero tendrá al frente las teclas de selección de 12 canales, los controles de tono y volumen del amplificador monitor, control de encendido y rejilla de altavoz. La parte posterior llevará las tiras terminales de 24 vías, línea de alimentación de corriente y portafusible.

— Gabinete de sonorización y voceo para equipos en el PCC. Será de las características indicadas más adelante a excepción de lo siguiente: se instalará dentro de la permanencia de telecomunicaciones del PCC, en el área asignada en los planos de arreglo de equipos y alojará lo que a continuación se describe:

12 amplificadores con ecualización de preénfasis integrada.

1 tablero monitor con selector de 12 canales.

Tomas de corriente 127 VCA/60 Hz.

Tomas de corriente +/− 48 VCC.

Regletas de conexión.

Equipo de ventilación forzada.

El equipo de ventilación forzada será controlado por un termostato.

La puerta frontal contará con una mirilla para supervisar los intervalos de potencia de los amplificadores.

La altura del gabinete no deberá ser mayor de 1.90 metros.

El gabinete de sonorización y voceo deberá contar con una terminal de puesta a tierra, para recibir un cable de cobre desnudo calibre 2 AWG del sistema de tierra perteneciente a la permanencia de telecomunicaciones.

c) Sistema de amplificación y difusión local. Son los equipos que difunden las señales de audio procedentes del PCC, los cuales son complemento del sistema general de sonorización y voceo; se localizarán en cada una de las estaciones de la red y de manera general se integrarán por lo siguiente:

2 ecualizadores de línea de transmisión.

2 estaciones de voceo local.

1 atenuador con mando remoto en estaciones superficiales y elevadas.

1 selector de entradas.

2 amplificadores de potencia con transformador de línea.

1 gabinete de sonorización y voceo.

Cajas acústicas con altavoz.

Tablero monitor con selección de 2 vías y apagado.

Estos equipos deberán cumplir las siguientes características técnicas:

— Ecualizador de líneas de transmisión:

Impedancia y sensibilidad de entradas del PCC y Audiómetro:	600 ohms, − 6 dBm
Ganancia:	10 dB ± 12 dB
Amplificación por octava:	3 dB/octava arriba de 500 Hz
Respuesta de frecuencia:	64 − 16 000 Hz, ± 1 dB
Impedancia de entrada:	15 kΩ balanceada
Impedancia de salida:	600 ohms
Distorsión armónica:	0.5% a máxima potencia a 1 kHz
Inicio de rampa ecualización:	500 Hz
Nivel de salida antes de frecuencia de corte:	0 dBm (0.778 V rms)
Nivel de ruido:	− 70 dB

Alimentación nominal:	127 VCA/60 Hz
Temperatura de operación:	273 K (0°C) a 333 K (60°C)
Controles:	Ganancia, rampa y encendido
Montaje:	Para gabinete de 48 cm (19 pulg.)
Tipo de uso:	Continuo (24 horas)
Alimentación emergente:	+ 0, − 48 VCD

— Los voceos locales que se hacen desde la taquilla principal y desde la oficina del jefe de estación, se efectuarán mediante un micrófono de voceo y un botón de control remoto. Las estaciones elevadas y superficiales tendrán un control adicional para reducir el nivel de música y voceo durante la noche.

Micrófono. Estará integrado al auricular de intercomunicación y voceo y podrá ser una pastilla telefónica de carbón, o de tipo dinámico de bobina móvil o una pastilla transistorizada, pero en cualquier caso deberá tener 150/200 ohms de impedancia balanceada a tierra.

El proveedor del equipo del módulo de telecomunicaciones del local del jefe de estación y de la taquilla principal deberá entregar al sistema de sonido, dos contactos debidamente alimentados en el local técnico de la estación para conectarse al gabinete de sonido.

— Atenuador de mando remoto. En estaciones superficiales y elevadas se instalará un atenuador de nivel de sonido de estación para usarse durante la noche. Sus características serán:

Impedancia de entrada y salida:	200 ohms
Atenuación preseleccionable:	9,12,15 dB
Nivel de operación:	0 dB
Circuito de conmutación:	Optoacoplamiento
Alimentación normal:	127 VCA/60 Hz
Alimentación emergente:	+ 0, − 48 VCD
Tipo de uso:	Continuo (24 horas)

— Selector de entradas:

Control de ganancia:	Independiente para cada entrada
Impedancia y nivel de salida:	200 ohms, 0 dBm
Respuesta de frecuencia:	60 a 16 000 Hz
Distorsión armónica:	Inferior a 0.5%
Control de agudos y graves:	+/−7.5 dB
Alimentación normal:	127 VCA/60 Hz
Alimentación de emergencia:	+ 0, − 48 VCD
Relación de señal - ruido:	57 dB
Tipo de uso:	Continuo (24 horas)

El circuito selector conmutará las cuatro entradas con el siguiente orden de prioridad:

Voceo del PCC.

Voceo de taquilla principal.

Voceo del jefe de estación.

Música de Audiometro.

El frente del tablero deberá llevar pilotos luminosos que registren la selección de entrada en operación.

Los controles de tonos y niveles de operación deberán estar accesibles solamente con ajuste de tornillo.

— Amplificadores de potencia:

Sensibilidad:	0 dB para máxima potencia
Impedancia de entrada:	600 ohms balanceada, 47 kΩ desbalanceada
Ganancia:	20.6 dB
Impedancia de salida:	De 4 a 8 ohms
Potencia de salida (incluyendo el transformador de acoplamiento):	200 W rms mínimo en 8 ohms, 300 W rms máximo en 8 ohms.
Acoplamiento de salida:	Transformador 70.7 V
Respuesta de frecuencia:	60 a 16 000 Hz +/−0.5 dB
Distorsión armónica:	Máximo a 1.0%
Controles:	Encendido, nivel
Protección sobrecarga:	Electrónica
Protección eléctrica:	Fusible

Alimentación:	127 VCD, 60 Hz
Montaje:	Para gabinete de 48 cm (19 pulg.)
Indicadores de salida:	Medidor de UV y piloto de encendido
Relación señal a ruido (entrada en corto):	107 dB
Alimentación de emergencia:	+ 0, − 48 VCD
Tipo de uso:	Continuo (24 horas)

— Gabinete de sonorización

El gabinete de sonorización y voceo para equipos en estaciones, será del tipo estándar para equipos de 48 cm (19 pulg.); se instalará dentro del local técnico en el área asignada en los planos de arreglo de equipo correspondientes a cada estación y alojará los equipos que a continuación se describen:

Un selector de entradas.

Dos ecualizadores de línea de transmisión.

Dos amplificadores de potencia.

Un tablero de monitoreo.

Un ventilador.

Tomas de corriente 127 VCA/60 Hz.

Tomas de corriente +/−48 VCC.

Regletas de conexión.

El gabinete tendrá puertas de acceso frontal y posterior, las cuales serán rígidas y tendrán refuerzos interiores para evitar que sean dobladas o deformadas fácilmente. Ambas puertas contarán con chapa y una misma llave podrá abrir las dos puertas de todos los gabinetes instalados en una misma línea de Metro.

Para facilitar la ventilación de los equipos, la puerta posterior será de malla y se instalará un equipo de ventilación forzada en la parte superior dentro de un doble techo, de tal manera de permitir la circulación de aire hacia el interior y evitar la entrada del polvo.

La puerta frontal contará con una mirilla para supervisar el selector de entrada y los intervalos de variación de potencia de los amplificadores. Dicha mirilla será de cristal o plástico transparente.

En la parte frontal superior se instalará el sistema de monitoreo, el cual quedará fuera del alcance de la puerta frontal, de tal manera de tener libre acceso a los controles de supervisión.

El acceso de cables siempre se hará por la parte inferior y rematarán en las tablillas de conexión y nunca directamente en los equipos.

El gabinete siempre se fijará directamente al piso, por lo que deberá contar con las preparaciones adecuadas para una instalación rígida.

El acabado del mueble no debe contar con filos cortantes o aristas pronunciadas que puedan causar daños.

Las cubiertas laterales, la puerta frontal y techos, serán de lámina negra rolada en frío calibre 12 y tendrán un acabado en pintura de esmalte anticorrosivo horneada de color gris perla.

En el interior, los equipos contarán con una carcasa con correderas que permitan desplazarlos para facilidad de mantenimiento. Estas carcasas deben soportar el peso de los aparatos en forma segura cuando estén desplazadas hacia el frente hasta el tope permitido por las correderas. Asimismo, al ser desplazados los equipos, los cables deben contar con un sistema retráctil que permita el movimiento sin ser dañados.

Todas las tablillas y tomas de corriente se instalarán en la parte posterior del gabinete. El cableado interior deberá quedar debidamente sujeto a la estructura del mueble o bien, instalarse dentro de un ducto registrable.

El gabinete deberá ser diseñado para operar bajo las condiciones ambientales indicados en 003.C(12) con las siguientes variaciones:

Intervalo de humedad relativa:	20 a 60%
Intervalo de temperatura de operación:	273 K (0°C) a 333 K (60°C)
Tipo de montaje:	Fijo permanente
Acabado exterior:	Lámina calibre 12
Estructura interior:	Metálica robusta
Tiempo de servicio:	Continuo
Lugar de operación:	Interior

El gabinete de sonorización y voceo deberá contar con una terminal de puesta a tierra, para recibir un cable de cobre desnudo calibre 2 AWG del sistema de tierra perteneciente al local tecnico. Asimismo, cada equipo se pondrá a tierra a través del gabinete el cual contará con las terminales adecuadas para ello.

Todas las conexiones deben estar construidas de metal resistente a la corrosión, con la su-

perficie de contacto en metal desnudo y tener baja resistencia.

Marcas y leyendas. El marcado de los equipos y regletas debe ser indeleble, legible y uniforme en idioma español.

Cableado. Cada gabinete deberá ser entregado debidamente cableado y conectado. Dicho cableado deberá ser debidamente identificado y ser resistente a la flama, debiendo rematar siempre en una zapata terminal. Los cables y cordones flexibles deben permitir el movimiento de los equipos instalados en las carcasas con correderas.

— Cajas acústicas

Las cajas acústicas serán utilizadas para difundir tanto música ambiental como mensajes a los usuarios; se requerirán con sus respectivos altavoces y transformadores de acoplamiento.

Sus características físicas serán las que marque el proyecto y salvo indicación contraria serán de acuerdo a lo que se indica a continuación:

Largo interior:	275 mm
Alto interior:	180 mm
Fondo interior:	105 mm
Material:	Lámina de acero calibre 18 (1.21 mm)
Forro interior:	19 mm de lana de fibra de vidrio
Diámetro de apertura:	14.5 mm
Paso de cables	Arandela de Ø 12 mm

Estas cajas se identificarán mediante un número que se colocará en la parte frontal de la caja; este número será el mismo con el que se identifique el amplificador al que está conectado el altavoz alojado en dicha caja.

Altavoz. El altavoz ideal que se acopla a la caja acústica descrita en el párrafo anterior es el montado en pantalla acústica normalizada de fabricación nacional, que cumpla con las características siguientes:

Potencia nominal:	6 watts
Frecuencia de resonancia:	125 Hz a 1 V
Impedancia:	8 ohms a 400 Hz
Diámetro de la bocina, aproximado:	153.5 mm
Ancho aproximado:	61.5 mm
Voltaje de prueba:	4.9 V a 400 Hz

Transformador de línea. La potencia del primario podrá ajustarse a 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 watts. La impedancia del secundario será de 8 ohms. Estos transformadores deberán trabajar a ± 1 dB de su potencia máxima sobre el intervalo de 110 a 10 000 Hz, con pérdidas de inserción no mayores de 0.7 dB. Las características para líneas de distribución de 25 a 70 V serán:

Respuesta de frecuencia ± 1 dB:	110 a 10 000 Hz
Potencia en devanado primario:	4,2,1 y 0.5 watts
Impedancia del secundario:	4 y 8 ohms
Pérdida por inserción:	0.7 dB, máximo

Cables alimentadores. El cable que alimenta el transformador de acoplamiento y el altavoz debe ser de calibre 18 AWG identificado. Cada caja acústica contará con 40 cm de cable fuera del gabinete para su conexión.

Conectores. Cada caja contará con un conector doble vía marca Amphenol, Mod. Mate Lock o similar. Lock hembra No. 1-480318-0, Lock macho No. 1-480319-0, conector macho No. 1-55466-2 y conector hembra No. 1-55469-2; todo el conjunto deberá ser de material autoextinguible.

— El cable que se utilizará para la red de distribución (amplificador - transformador - altavoz), del sistema de sonorización, en cada estación será calibre 18 AWG antillama de dos hilos, que deberán identificarse por el color del forro exterior o por una vena de color en el mismo.

7. En la concepción del sistema de alarmas deberán considerarse dos tipos de equipos: los de uso continuo y los de uso excepcional; los primeros deberán soportar un uso intensivo sin sufrir alteraciones (por ejemplo los de telefonía) y los segundos, deberán estar siempre en condiciones de asegurar su servicio aun después de un descanso prolongado (por ejemplo algunos mandos). Estos equipos serán de acuerdo a las siguientes características:

a) Características técnicas eléctricas y ambientales. Además de las indicadas en 003.C(11 y 12) de esta Especificación, se consideran las que a continuación se enlistan:

— Voltaje nominal de alimentación en CD: + 0, − 48 V ± 1%

— Máxica potencia de consumo en CA: 650 VA

— Máxima potencia de consumo en CD: 500 W

— Máxima corriente de alimentación en CD: 21 A

— Tipo de señal a manejar: digital

— Tipo de alimentación: preferencial

Cabe aclarar que estos datos se dan a título indicativo; el proveedor dará los datos exactos al construir el prototipo.

b) Características generales. El sistema de alarmas deberá cumplir con las siguientes características generales:

— Diseño y construcción. La construcción de los equipos y partes que integran el sistema de alarmas, deberá ser realizado de tal manera que reduzca al mínimo los riesgos tanto al personal de operación como al de mantenimiento; dichos equipos no deberán presentar en su acabado filos cortantes, bordes o aristas pronunciadas que puedan causar algún daño físico al personal antes mencionado. Se tendrá especial cuidado durante su fabricación para que tanto en condiciones normales como anormales de operación el usuario tenga protección personal contra:

  — Choques eléctricos.

  — Efectos de temperatura excesiva.

  — Efectos de inestabilidad mecánica.

  — Incendio.

— Ubicación. El sistema de alarmas estará ubicado en las estaciones del Metro de la siguiente manera:

  La central de información, es decir el mando y control de toda la estación estará localizado en el local del jefe de estación, donde se encontrará el mueble que contenga las diferentes platinas de alarmas así como los teléfonos e interfonos propios del local de jefe de estación.

  Existirá un repetidor de alarmas del local del jefe de estación en la taquilla principal; dicho repetidor contendrá una alarma por todo el grupo de alarmas del local del jefe de estación.

  Existirá un repetidor de las alarmas del local del jefe de estación en el puesto central de control; dicho repetidor contendrá una alarma por cada grupo de alarmas del local de jefe de estación.

  Existirá en el local técnico de cada estación el siguiente equipo:

  Un armario de conexiones donde rematarán todos los cables tanto de llegada como de salida del sistema de alarmas (RA).

  Un armario de lógica electrónica donde se procesará toda la información de los equipos de alarmas (AA).

  Un armario de telefonía e intercomunicación donde se alojarán las unidades de conmutación y distribución del sistema de intercomunicación así como la lógica tanto de conmutación para los aparatos telefónicos (cuando sean utilizados para dos funciones diferentes) como para el mando y control de todos los botones de las platinas de telecomunicaciones (ATI).

  Un armario para el sistema de teletransmisión que se encargará de enviar y recibir el puesto central de control toda la información necesaria, así como de enviarla a los equipos correspondientes dentro de la estación (TAA).

  Un banco de baterías así como su respectivo cargador para mantener la continuidad en el suministro de energía (BAA).

— Aislamiento. El aislamiento entre partes accesibles y partes vivas debe ser capaz de soportar tensiones instantáneas, debidas a transitorios de acuerdo a la norma IEC-65. La seguridad de los equipos no debe quedar afectada por las variaciones en las condiciones de humedad del medio ambiente; tampoco debe existir el riesgo de un choque eléctrico para el usuario si éste opera el equipo bajo condiciones de falla.

  Se tendrá especial atención en que todos los materiales aislantes que se usen en los equipos sean del tipo antiflama.

— Calentamiento. Cuando se operen los equipos tanto en condiciones normales como de falla, ninguna parte o componente accesible debe alcanzar una temperatura tan alta que pueda representar un riesgo para el usuario o pueda provocar el inicio de un fuego; tanto en el equipo como en sus alrededores tampoco deberán existir componentes que por aumento de temperatura, expulsen gases inflamables o tóxicos.

  Los equipos deberán contar con un sistema que evite la sobretemperatura; dicho sistema será seleccionado por el fabricante y estará sujeto a la aprobación del Representante.

— Robustez mecánica. Todos los equipos armarios y partes que componen el sistema de alarmas deberán ser diseñados y construidos de tal manera que puedan soportar el manejo que es esperado de ellos en un uso normal así como durante su transporte para mantenimiento, sin que su seguridad quede comprometida.

— Componentes del sistema. Todos los componentes de los equipos que integran este sistema deberán ser de estado sólido ya sea de tipo discreto o integrado; deberán ade-

más de cumplir con las siguientes características:

Ser producto de línea de algún fabricante mexicano o con integración nacional.

Tener equivalencia directa cuando menos con tres marcas de prestigio.

Todos aquellos elementos que durante su operación normal generan una cantidad de calor igual o superior a 5 W efectivos, deberán montarse sobre disipadores apropiados.

Cada tablilla de circuito impreso deberá tener sus puntos de pruebas (PP) para cada etapa que compone el sistema electrónico.

— Protecciones. Todos los equipos del sistema deberán contar con las protecciones adecuadas que eviten daños por interrupciones fugaces en la alimentación, transitorios ocasionales que aparezcan en la línea de alimentación o por falta de uno o varios componentes.

El fabricante deberá instalar protecciones mínimas contra:

Sobrecarga de los equipos.

Cortocircuito en la alimentación de CA.

Cortocircuito en la alimentación de CD.

Cortocircuito interno de los equipos.

Circuito abierto interno de los equipos.

Sobretemperatura.

Contra cortocircuito y circuito abierto en todas y cada una de las líneas de control y mando.

Cortocircuito a tierra.

— Indicadores. Todos los indicadores que se empleen en el sistema de alarmas deberán ser realizados a base de diodos luminiscentes (LED) garantizando que como mínimo podrán ser distinguibles dichas señales a una distancia de 3 m, en condiciones de iluminación normal (500 luxes).

— Mandos. Todos los mandos que se emplearán en este sistema serán por medio de botones preferentemente de tipo capacitivo con accionamiento digital o de otro tipo que el proveedor proponga y apruebe el Representante; cada mando tendrá dos estados lógicos "1" y "0" que podrán combinarse por medio de una lógica adecuada según las necesidades propias de cada equipo a telemandar. Dichos circuitos de lógica serán externos a los botones y estarán fabricados en tarjetas especiales.

— Dispositivos terminales. Las clavijas y dispositivos para la conexión de los equipos a la red de alimentación, deben cumplir con las especificaciones correspondientes para zócalos fijos y dispositivos conectores.

Los conectores que se usan para tierras, o transductores de entrada y salida, deberán estar diseñados de tal manera que las clavijas o enchufes no puedan hacer conexión permanente ni siquiera con una de sus partes con los contactos en su zócalo de alimentación a la red.

Terminales para cordones flexibles. Las terminales deben estar localizadas y protegidas de tal manera que aun cuando se escape un hilo de un conductor de una terminal, no exista el riesgo de un contacto accidental con las partes vivas o con las partes metálicas accesibles.

Terminales con tornillos. Las tablillas terminales con tornillos deben estar fijadas de tal manera que no se aflojen o suelten cuando los tornillos de conexión de éstas sean apretados o aflojados. Este tipo de terminales deben permitir que se haga la conexión con presión suficiente sin dañar el conector y que éste no requiera de preparaciones especiales para conectarlo.

Terminales de seguridad de tierra. Todos los equipos, armarios bastidores y muebles que forman parte del sistema de alarmas estarán provistos de una terminal de tierra; esta terminal debe ser de una robustez cuando menos igual a la de la terminal más robusta de conexión a la alimentación de la red y de tal tipo que puedan utilizarse las mismas herramientas que para la conexión de otros conductores. Tanto la terminal de tierra como su tornillo deberán estar construidas de un metal resistente a la corrosión y las superficies de contacto deben ser de metal desnudo; el tornillo para el cable de tierra deberá escogerse de manera que por ningún motivo pueda aflojarse sin la ayuda de una herramienta. Se tendrá especial cuidado en el montaje de la toma de tierra para que ésta sea de muy baja resistencia. La posición de la terminal de tierra, así como su tipo, deberá someterse a la aprobación del Representante.

Se deberá tener especial cuidado para que todas las puertas cuenten con un cable de trenza estañado desnudo para ligar la parte móvil de la puerta con el resto del mueble. Asimismo, todas las platinas desmontables deberán contar con un cable flexible que permita garantizar la continuidad eléctrica entre estas piezas y el resto del mueble.

— Cables y cordones flexibles exteriores

Los cables y cordones flexibles de alimentación e interconexión deben cumplir con los requisitos particulares que establecen las normas oficiales correspondientes; además deberán de cumplir con los requisitos siguientes:

Dentro de los armarios y muebles desde los componentes electrónicos o tarjetas hasta la

tablilla de conexión de los mismos, se empleará cable tipo listón (multiconductor) plano con identificación por colores; los colores empleados serán negro, café, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, gris y blanco, es decir que cada listón de cables constará de nueve conductores cuyo calibre será 18 AWG con aislamiento tipo C, 378 K (105°C), antiflama y superior a 600 volts.

Para conectar entre sí los diferentes armarios, muebles y módulos propios del sistema de alarmas, se empleará cable multiconductor con identificación por medio de colores; cada cable contará con los conductores necesarios para el enlace más un 20 por ciento del total que deberá dejarse como reserva. El calibre de los conductores será 19 AWG y los cables deberán fabricarse de acuerdo a la norma K13MA (especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas"). La cubierta exterior será de color azul.

Respecto a los cables de enlace entre los equipos a mandar y/o controlar y el armario "RA", el tipo y el calibre de los conductores será propuesto por el proveedor de acuerdo a la señal que utilice en los circuitos de mando y control. El cable deberá tener una protección mecánica y blindaje electrostático. El número de los conductores para cada caso será indicado por proyecto.

Los conductores usados entre la red de alimentación y los equipos del sistema de alarmas, deberán tener una sección transversal tal que la elevación de temperatura del aislamiento bajo condiciones de operación normal o bajo falla sea despreciable.

Conductores exteriores. Los conductores de alimentación a la red, los conductores de tierra y los conductores de cualquier otro equipo exterior al sistema de alarmas no deberán soldarse directamente a las pistas de un circuito impreso.

Fijación de pistas. No se aceptará que existan conductores soldados a las pistas de los circuitos impresos de las tarjetas, procurando que la liga de estas tarjetas con el resto del equipo se realice por medio de multiconectores del tipo plano.

Todos y cada uno de los cables deberán contar con identificación por medio de algún código alfanumérico en cada uno de sus extremos terminales.

Suministro e instalación. Todos los cables serán suministrados e instalados por el proveedor.

— Circuitos impresos. Las cartas con circuitos impresos deberán ser de fibra de vidrio y una vez terminado el montaje de los componentes se barnizará el circuito impreso; sus dimensiones permitirán distribuirlas y montarlas con facilidad en los armarios y módulos; dichos circuitos impresos deberán contar con las siguientes características.

Todos los circuitos impresos deberán estar constituidos con pistas de cobre.

El grueso de las pistas y la separación entre éstas a lo largo de todas las trayectorias debe ser uniforme y de sección adecuada.

Todas las cartas deberán tener circuito impreso en ambas caras; si es necesario, a fin de reducir las dimensiones de la carta al máximo, no se aceptará el uso de interconexiones con cable dentro de éstas.

Todas las cartas deberán ser de la misma dimensión y deberán contar con ranuras de polaridad a fin de que se eviten montajes en posiciones incorrectas.

Todas las cartas deberán poder montarse y desmontarse de manera fácil y sencilla, es decir que únicamente se aceptarán montajes con multiconectores para las cartas.

Todos los cambios de dirección de las pistas de cobre deberán tener bordes redondeados; no se aceptarán bordes que presenten aristas pronunciadas.

Todas las preparaciones de las cartas para recibir componentes deberán contar con circuitos de pista con un área de cobre equivalente al doble de la sección normal de la pista, tomando como diámetro mínimo la referencia de 2.5 milímetros.

Todas las cartas del mismo tipo deberán tener posibilidades de intercambiarse entre sí, sin necesidad de hacerles modificación alguna.

El barniz a emplear para proteger las tarjetas será del tipo epóxico y deberá garantizar un buen aislamiento eléctrico y ambiental de los circuitos impresos.

Todas las cartas estarán provistas de un mecanismo que permita asegurarlas en su posición dentro de los armarios.

c) Alimentación de instalaciones. El sistema de alarmas contará con una doble fuente de alimentación de energía: una normal y otra de urgencia.

— Alimentación normal. El sistema dispondrá de una alimentación en 127 o 220 VCA, la cual se derivará de alguno de los tableros que pertenecen a la alimentación preferencial; esta alimentación contará con un circuito totalmente exclusivo para este equipo.

El circuito de alimentación rematará en un cargador de baterías, el cual será exclusivo para el sistema de alarmas y tendrá como fin el de alimentar la carga del propio sistema de alarmas, así como el banco de baterías, que al igual que el cargador deberá entregar en sus terminales bajo condiciones de carga una tensión preferentemente de 48 VCD. El proveedor podrá proponer otra configuración y otro valor de voltaje para la alimentación de sus equipos.

El suministro e instalación del cargador y banco de baterías así como los cables de enlace con el tablero de distribución de alimentación y los equipos del sistema de alarmas formarán parte del alcance del proveedor.

— Alimentación de urgencia. Para alimentar el sistema de alarmas en caso de urgencia, es decir que por alguna razón se perdiera la alimentación normal en corriente alterna, el sistema contará con el banco de baterías mencionado en el punto anterior, el cual deberá suministrar la tensión requerida durante tres horas al menos, a partir del momento en que se interrumpió el suministro de alimentación normal.

d) Interfaces

— Con los equipos a mandar y/o controlar. Las interfaces con estos equipos, serán las descritas por proyecto. Todos los contactos secos serán suministrados por el proveedor del equipo correspondiente, excepto los correspondientes a los detectores de apertura de puertas, ya que éstos junto con el propio detector serán suministro del proveedor del sistema de alarmas. Para los circuitos de control de los equipos, deberá utilizarse una señal de corriente directa de bajo voltaje (máximo 24 V) en el enlace del equipo a controlar con el armario RA.

— Con los equipos de telecomunicaciones. Estas interfaces tienen las características que se mencionan a continuación:

Telefonía automática:

Hilos por aparato:	2
Voltaje de alimentación:	48 VCD
Tonos y señales:	Obtenidas a partir de un tono básico de 429 Hz

Telefonía directa:

Hilos por aparato:	2
Voltaje de alimentación:	48 VCD
Señal de llamada:	80 V, 60 Hz

Telefonía de llamada general:

Hilos por aparato:	6 (2 para emisión, 2 para recepción y 2 para señal de llamada)
Voltaje de alimentación:	48 VCD
Señal de llamada:	80 V, 60 Hz

Selector de entradas del equipo de sonorización en cada estación:

- Impedancia de entrada 200 ohms
- Sensibilidad de entrada — 30 dBm

e) Armarios en local técnico

Con el objeto de alojar tanto la lógica electrónica de las alarmas, los remates de llegada, de salida de cables y los equipos de teletransmisión, deberán existir en cada local técnico de las estaciones del Metro los armarios necesarios para estas funciones, los cuales deberán contar con las siguientes características:

— Armarios de lógica electrónica (AA). Deberán ser fabricados en lámina de acero calibre 14 y contar con estructura interior; asimismo, deberán ser del tipo autosoportado, respetando las siguientes dimensiones interiores libres:

Fondo: 0.60 m

Frente: 0.90 m

Altura: 1.80 m

El fabricante podrá proponer dimensiones inferiores a las anteriormente mencionadas pero éstas estarán sujetas a la aprobación del Representante.

El armario deberá contar con puertas tanto en la parte frontal como en la parte posterior; el fabricante podrá proponer si dichas puertas son de una o dos hojas a la consideración del Representante.

Este armario deberá cumplir por lo menos con los requerimientos de la norma NEMA 1-A y deberá contar con los siguientes accesorios:

Chapas tipo "pestillo" en las puertas.

Bisagras del tipo "retén" (romana).

Preparaciones necesarias para fijarlo al piso con anclas.

Tomas de tierra adecuadas de acuerdo a lo antes establecido.

Internamente deberá contar con soportes, herrajes moldura, etc., para colocar un panel de cartas electrónicas en por lo menos tres niveles del armario.

Los paneles de las cartas deberán contar con guías del tipo deslizable para insertar las cartas.

Panel de conexiones en la parte inferior, el que deberá contar con las terminales correspondientes para interconexiones con el

resto del sistema; la parte inferior deberá quedar libre para permitir el paso de cables al interior del armario.

— Barras con protección de hule o aislante similar para sujetar las cartas en cada nivel; el fabricante podrá proponer al Representante otros sistemas de sujeción de cartas.

El armario deberá llevar en su interior todos sus herrajes y partes metálicas tropicalizadas o con algún otro tratamiento anticorrosivo aprobado por el Representante. Asimismo, las partes metálicas del cuerpo del armario (puertas, tapas, etc.), deberán llevar primeramente un tratamiento de limpieza para evitar suciedad, manchas de óxido, grasa, etc.; posteriormente se aplicará en orden sucesivo una capa de protección primaria (primer), una capa de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura de color similar al de los armarios instalados en los locales técnicos para mando centralizado.

— Armarios de interfaz (RA), de telefonía e intercomunicación (ATI) y de teletransmisión. Las características de estos armarios serán similares a las enunciadas en el inciso anterior.

— Identificación de armarios y platinas. Por otro lado, cada uno de estos armarios llevará en la parte frontal superior una leyenda de identificación con las siguientes características:

Estará grabada sobre una placa de material Lamicoid.

El grabado será en bajo relieve con letra tipo "Leroy" en color blanco con fondo negro.

La leyenda comprenderá:

Nombre de la estación.

En el caso del armario del PCC el nombre de la línea.

Las letras "AA" para el caso del armario de lógica electrónica.

Las letras "RA" para el caso del armario de interfaces.

Las letras "TAA" para el caso del armario de teletransmisión.

Las letras "ATI" para el caso del armario de telefonía e intercomunicación.

Las letras "BAA" para el caso del banco de baterías.

Leyendas en platinas. Las leyendas que se grabarán en las platinas y botones de los módulos y muebles del sistema serán en principio las que se indican en los planos de proyecto, sin embargo, de existir alguna modificación, el Representante lo indicará por escrito al proveedor.

f) Pintura. Todas las superficies metálicas exteriores de los muebles serán pintadas con las siguientes capas de pintura:

Una capa primaria de protección.

Una capa de pintura anticorrosiva.

Dos capas de pintura del color aprobado por el Representante.

Las superficies metálicas interiores podrán llevar únicamente la capa de primer, la capa de pintura anticorrosiva y una capa de pintura del color aprobado por el Representante.

8. El sistema de intercomunicación y voceo asegurará por una parte la intercomunicación entre los diferentes usuarios del sistema y por otra permite el envío de mensajes (voceo) a determinadas zonas de PCC o talleres.

Desde el punto de vista voceo, el área de acción del sistema se dividirá en zonas a las cuales la persona que envíe el mensaje puede dirigirse selectivamente. Para la intercomunicación, de manera general, será posible establecer una comunicación entre dos usuarios cualesquiera.

En forma general la red de intercomunicación y voceo, se integrará de los siguientes elementos:

— Unidad de lógica de conmutación.

— Unidad de amplificación.

— Estaciones.

— Altavoces.

— Cables.

Estos equipos serán fabricados conforme a las características que a continuación se indican:

a) Condiciones de operación. Serán diseñados para operar bajo las condiciones indicadas en 003.C (11 y 12), además de las indicadas a continuación:

— Alimentación eléctrica normal:
127 VCA/60 Hz

— Alimentación eléctrica de emergencia:
48 VCD

— Temperatura ambiente:
de 273 K (0°C) a 313 K (40°C)

b) Características generales de los equipos

— Unidad de lógica de conmutación. El conmutador deberá ser completamente electrónico y de fácil instalación; el enlace con las estaciones y el amplificador deberá hacerse a través de cajas de distribución enlazadas al conmutador mediante cables con conectores.

— Unidad de amplificación. El amplificador que se utilizará para el mando y control de

los altavoces de voceo será indicado por proyecto.

— Estaciones. De acuerdo a su función deberán ser de dos tipos: maestras y subestaciones; las primeras permiten hacer llamadas a todas las estaciones, las segundas permiten recibirlas y por su forma de instalación se suministrarán para instalarse en la pared y para escritorio. La selección de la estación a llamar se hará oprimiendo en un teclado del aparato, los botones del número deseado.

La conversación es posible a manos libres y con auricular.

Su instalación a la red se hará mediante cordones telefónicos de aproximadamente 2 m de longitud provistos de un dispositivo que permita conectarlos a cualquier toma de la red.

— Altavoces. Estos, así como su caja acústica y el transformador de acoplamiento deben apegarse a lo establecido anteriormente en esta Especificación.

— Cables. El cable para enlazar las cajas de distribución con las formas para conexión de las estaciones deberá ser del tipo EKC antillama, calibre 24 con número de pares indicados por proyecto; el utilizado para conectar los altavoces al amplificador será THW, calibre 16, 1 par; los hilos del cable deberán identificarse, ya sea mediante el color del forro exterior o mediante una vena de color en dicho forro.

— Capacidad del sistema. Salvo indicación contraria será la siguiente:

Número de estaciones	120
Canales de comunicación	16
Zonas de voceo	7

Podrá aumentar en forma modular.

— El alcance para el suministro del sistema comprenderá:

Conmutador electrónico con los accesorios siguientes: cajas de distribución para 120 estaciones con regletas de conexión, conectores y herramienta para conexión.

Estaciones con cable y conector.

Amplificador y regletas de conexión.

Altavoces con caja acústica, transformador de acoplamiento y rejilla.

Cable para enlace amplificador - altavoces.

Herrajes y accesorios para instalación de los equipos.

9. El sistema de relojes será diseñado, a menos que se indique lo contrario, considerando que los equipos serán alimentados a partir de fuentes de corriente alterna de 110 V y de acuerdo a las siguientes características:

a) Características técnicas eléctricas. Serán las indicadas en 003.C (11) de esta Especificación, además de las siguientes:

— Voltaje nominal de alimentación en CA:	110 V ± 10%
— Frecuencia de alimentación:	60 Hz ± 2%
— Tipo de señal a manejar:	Digital
— Tipo de alimentación normal:	Preferencial

b) Robustez mecánica. Todos los equipos y partes que componen el sistema de relojes cumplirán lo indicado en el inciso 5 de esta Especificación.

c) Componentes del sistema. Serán de acuerdo a lo establecido en el inciso 5 de esta Especificación a excepción de lo siguiente: Los circuitos integrados deberán montarse sobre una base soporte que evite tener que soldar directamente con ellos.

d) Protecciones. Se cumplirá lo indicado en el inciso 5 de esta Especificación, sin considerar cortocircuito en la alimentación de CA y circuito corto y abierto en todas y cada una de las líneas de control y mando.

e) Indicadores. Todos los indicadores que se empleen en el sistema de relojes deberán ser realizados preferentemente a base de diodos fotoluminiscentes (LED) garantizando que como mínimo tendrán una vida superior a 10 000 horas. Sin embargo, el proveedor puede proponer otro tipo de indicadores (por ejemplo electromecánicos) para aprobación del Representante.

f) Cables. Todos los cables deberán ser no propagadores del fuego y respecto a éstos caben distinguir tres grupos:

De enlace entre la estación central y las otras estaciones de la línea.

De enlace local técnico - relojes en mitad de andén.

De alimentación.

— Cables de enlace entre estación central y las otras.El enlace entre las estaciones se hará a través de un par de conductores calibre 19 AWG que forman parte de un cable multiconductor fabricado de acuerdo a la norma K13MA (especificación ... 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas"), cuyas características eléctricas y de fabricación son las siguientes:

Impedancia característica:	500 ohms
Valor máximo de resistividad por hilo:	28.5 ohms/km, máximo

Capacidad efectiva de un par:	57.5 nf/km, máxima
Tensión máxima de servicio en CD:	350 V
Aislamiento:	polipropileno o polietileno

Este cable enlazará el repartidor telefónico del local técnico donde se instalará el reloj maestro, con el repartidor de cada estación de la línea. Las características del cable de conexión repartidor telefónico - equipos, se dejará a criterio del proveedor.

— Cables de enlace local técnico - relojes de andén. Este cable se dejará a la elección del proveedor, el cual lo seleccionará de acuerdo a las características de la señal a transmitir y respecto a su diámetro exterior deberá tener en cuenta que dispone de un tubo metálico cuyo diámetro será de 19 milímetros.

— Cables de alimentación. Estos cables se utilizarán para conectar los equipos instalados en el local técnico, con el conjunto cargador - banco de baterías. También en este caso la elección del cable se dejará a criterio del proveedor.

— Suministro e instalación. El suministro e instalación de todos los cables mencionados anteriormente, a excepción del que enlaza los repartidores telefónicos de los locales técnicos, es parte del alcance del proveedor.

g) Alimentación de instalaciones. El proveedor dispondrá en cada local técnico de una alimentación normal de 110 VCA $\pm$ 10%. La alimentación de emergencia estará a cargo del proveedor garantizando al menos una autonomía de tres horas. Esta alimentación estará destinada únicamente para la memoria de los circuitos electrónicos, en caso de falta de la alimentación normal. La toma para alimentación será proporcionada en un tablero de distribución ubicado dentro del local donde se instalen los equipos. El suministro e instalación del cable para la conexión de los equipos con tablero, estará a cargo del proveedor.

h) Equipo en línea

— Equipos en estaciones

Relojes de andén. Deberán ser completamente electrónicos, es decir serán fabricados con componentes de estado sólido, incluyendo los indicadores luminosos los cuales serán preferentemente diodos luminiscentes (LED). Sin embargo, el proveedor podrá proponer otra tecnología.

Estos relojes indicarán únicamente horas y minutos, de la siguiente forma:

Horas, de 00 a 23

Minutos, de 00 a 59

Estos números deberán ser legibles desde el extremo más alejado del centro del andén (75 m) considerando que el nivel de iluminación en el mismo es de 300 luxes.

Las dimensiones de dichos números podrán variar dependiendo de las características de los indicadores luminosos (color, intensidad, etc.) y de su cubierta protectora (reflejante o antireflejante, color, etc.), así como de la posición en que se instale. Pero estarán comprendidas dentro de las medidas siguientes: largo, 12.5 a 14 cm; ancho, 7.5 a 10 cm; ancho del trazo, 1.5 a 1.7 centímetros.

El montaje de los relojes se hará sobre un gabinete que será suministrado e instalado por otro proveedor. El área disponible en el gabinete para la instalación será de 61 x 32 cm. A fin de no tener problemas con la instalación, se tendrá antes de ésta, un acuerdo entre los proveedores involucrados y el Representante.

Equipos instalados en el local técnico de estación. Estos equipos se fabricarán al igual que los relojes, con componentes de estado sólido. El equipo encargado de procesar la señal proveniente de la estación central y de enviarla a los relojes de estación deberá permitir tener el mando de los relojes en forma local, así como el control, el cual consistirá de un visualizador que indique las horas y minutos que muestren los relojes de la estación. Este visualizador también deberá incluirse en el equipo que regenera la señal proveniente del reloj maestro y la envía a otra estación.

La instalación de los equipos antes mencionados así como los necesarios para su alimentación deberá hacerse sobre un gabinete, suministrado por el proveedor, que se fija a una de las paredes del local técnico, donde tendrá un espacio reservado cuyas dimensiones serán: ancho, 50 cm; fondo, 35 cm; alto, 200 centímetros.

Equipos en la estación central. El reloj instalado en esta estación al igual que el resto de los equipos del sistema deberán fabricarse con componentes de estado sólido. Comprenderá al menos: una unidad para su mando la cual consistirá básicamente de un teclado o botonera para ajuste de horas, minutos y segundos, así como para la puesta a cero, en marcha y paro del reloj; una unidad para el control que consistirá en un visualizador que indique las horas, minutos y segundos; y la base de tiempo asociada a los circuitos de acondicionamiento de la señal de sincronía que se envía a las estaciones.

Deberá tener dos salidas independientes, es decir, generadas por la misma base de tiempo, pero con circuitos de salida distintos, de tal manera que cuando ocurra una falla en una de ellas, no repercuta sobre la otra. Asimismo, deberá preverse una entrada que permita a este reloj trabajar bajo el

mando de una señal de sincronía enviada por un futuro reloj maestro que controle los relojes de todas las líneas.

La variación en la exactitud de este reloj será como máximo ± 5 s/mes, es decir ± 1 min/año. Su instalación, así como el espacio reservado para la misma serán idénticos al de los equipos de estación.

003.C.01 IDENTIFICACION Y MARCADO

En términos generales y salvo indicación contraria, en los sistemas que integran la telecomunicación todos los componentes, con excepción de aquéllos montados en circuitos (placas) electrónicos y los subconjuntos, deberán estar identificados; lo mismo ocurrirá con los cables, los hilos de extremidades y los bornes del repartidor en local técnico. En forma particular se respetará el marcado que se indica a continuación para cada sistema:

1. Telefonía de trenes. El sistema deberá marcarse en su conjunto, subconjunto, partes y cables con base en una codificación clara, visible, legible y permanente que estará sujeta a la aprobación del Representante. Los circuitos y componentes deberán ser cuidadosamente marcados, de acuerdo a este código.

2. Sonorización. El marcado de los equipos y regletas deberá ser indeleble, legible y uniforme, en idioma español.

3. Alarmas. El marcado de los equipos y partes que componen el presente sistema deberá ser suficientemente discernible de tal manera que no provoque confusión o malas interpretaciones; deberá ser además indeleble y legible en idioma español. La información deberá ser colocada sobre las puertas de los armarios en el lado interior y en la parte superior; los símbolos, literales y gráficas usados en estos equipos deberán estar de acuerdo con la última revisión de las normas oficiales mexicanas NOM Z-1 y J-93.

   a) Datos generales obligatorios. Los equipos y componentes del sistema deberán contar con la siguiente información:

      — Nombre del fabricante o marca registrada o ambas.

      — Número del modelo o nombre comercial o ambas.

      — Tener el letrero "Hecho en México", y si se fabrica bajo la concesión de una compañía extranjera poner el nombre de la compañía y el número de autorización.

   b) Datos técnicos obligatorios

      — Deberán contar con una identificación indeleble y legible de todos los componentes montados en las cartas de circuito impreso así como los puntos de alimentación de entrada y salida.

      — Tener una identificación indeleble y legible con número y/o letra de todos los extremos de los hilos conductores utilizados para conectar las partes del sistema.

      — Marcas o indicadores de cada dispositivo terminal de entrada o salida.

      — Todas las cartas y circuitos impresos deberán contar con una identificación indeleble y legible.

003.C.02 MUESTREO Y PRUEBAS

Salvo indicaciones particulares, el muestreo de los equipos y componentes de los sistemas que integran la telecomunicación será conforme a la norma NOM Z-12 (R-18) "Muestreo para la inspección por atributos", además de considerar lo siguiente:

1. Telefonía de trenes. La recepción en fábrica podrá incluir, de manera no limitativa, las pruebas siguientes y en la proporción que se indica.

   a) Sobre cada uno de los equipos:

      Emisión:

      — Frecuencia

      — Potencia HF

      — Distorsión HF

      — Distorsión BF en la portadora

      — Banda pasante y desviación de frecuencia

      Equipo de recepción:

      — Sensibilidad y banda HF

      — Distorsión BF

      — Potencia BF

      Equipo de acoplamiento:

      — Rigidez dieléctrica

   b) Sobre ciertos equipos escogidos al azar:

      — Estabilidad en función de la tensión de alimentación de la temperatura y de la carga

      — Eficiencia del limitador y del compresor

      — Resistencia a las vibraciones

      — Consumo de energía

      — Resistencia del equipo en emisión

      — Dimensiones mecánicas

2. Sonorización. De manera general, a los equipos y componentes de este sistema se les aplicarán las siguientes pruebas en la proporción que a continuación se indica:

   a) Con dos muestras de un lote, se efectuarán las pruebas mecánicas y climatológicas que indican las normas correspondientes para este tipo de equipo, aparato o gabinete.

b) Con dos muestras del mismo lote, pero diferentes a las anteriores se efectuarán las pruebas eléctricas y de aislamiento.

c) A las cajas acústicas se les aplicará adicionalmente la prueba de fuego como complemento a lo indicado en 003.C.

d) La definición de los lotes a muestrear será establecida por el Representante.

3. Alarmas. Todos los equipos del sistema serán sometidos a las pruebas de recepción según las normas correspondientes. El fabricante deberá enviar al Representante el programa de pruebas para su aprobación.

   a) Pruebas de diseño. Se deberán realizar las pruebas eléctricas y de aislamiento que indican las normas correspondientes a este tipo de equipo por lo menos a dos platinas y dos armarios seleccionados por el Representante. Para la realización de las pruebas en fábrica el fabricante notificará por escrito al Representante con una anticipación de 10 días hábiles que los equipos están listos para ser probados.

   b) Pruebas de rutina. Se deberán realizar las pruebas mecánicas y climatológicas que indican las normas correspondientes a este tipo de equipo por lo menos en dos platinas y dos armarios seleccionados por el Representante.

      El fabricante asistirá obligatoriamente a estas pruebas y procederá a un control general del sistema en servicio, durante la primera etapa de funcionamiento.

      La recepción provisional podrá entonces ser pronunciada si la instalación y funcionamiento del sistema son satisfactorios.

003.C.03 EMPAQUE Y TRANSPORTE

De manera general y salvo indicación particular, el transporte de los suministros del sistema de telecomunicación estará a cargo del Representante del puerto de embarque a sus almacenes. El embalaje estará a cargo del proveedor y deberá adaptarse al contenido y modo de transporte. El transporte de los almacenes al lugar de la instalación estará a cargo del proveedor.

1. Alarmas. El transporte de los suministros estará a cargo del proveedor del lugar de fabricación a los almacenes del Representante pero de los almacenes al lugar de la instalación estará a cargo del proveedor.

2. Relojes. El transporte de los suministros estará a cargo del proveedor del sitio de embarque a los almacenes del Representante; de los almacenes al lugar de la instalación estará a cargo del proveedor.

003.C.04 CAPACITACION

En forma general, para el sistema de telecomunicación y salvo otra indicación, el proveedor deberá proporcionar al personal que designe el Representante, un curso de capacitación sobre los equipos. Este tendrá en principio una duración de 150 horas para la telefonía directa y de trenes, 40 horas para alarmas y 20 para relojes; sin embargo, si el proveedor considera otra duración, lo propondrá junto con todo el temario al Representante. El inicio de estos cursos será a más tardar tres meses antes de la puesta en servicio, en el lugar que designe el Representante.

1. Telefonía automática. El proveedor deberá proporcionar al personal que designa el Representante, la siguiente capacitación:

   — Tres meses después de la firma del contrato, una descripción general de los equipos y de la configuración de la red con duración máxima de 20 horas, con objeto de que este personal se familiarice con el nuevo sistema. El número de personas será de 12 y el lugar de instrucción el que asigne el Representante.

   — A la puesta en servicio del Conmutador, Selector de Grupo y/o Enrutador y de los Conmutadores Terminales de las líneas 1 a 8 y edificio administrativo, una capacitación sobre el funcionamiento y mantenimiento de los nuevos equipos y el software correspondiente. Esta capacitación comprenderá la descripción detallada de todos los circuitos, cableado y mantenimiento. La duración estimada será de 160 horas; sin embargo, el proveedor someterá al Representante para su aprobación otra propuesta si considera que debe ser diferente la duración de este curso. El número de personas será de 12 y en el lugar de instrucción que asigne el Representante, se dará asimismo capacitación sobre el uso de las nuevas mesas de operadora.

003.C.05 REFACCIONES

Salvo indicación contraria y en forma general, el proveedor de los sistemas que integran la telecomunicación deberá presentar para aprobación del Representante una lista de refacciones para los equipos, cuyo costo será igual al 3 por ciento del monto total de los suministros. La entrega de este material se hará en la misma fecha en que se realice la puesta en servicio.

Por otra parte, el proveedor tendrá su propio lote de refacciones para dar mantenimiento a los equipos durante el periodo de garantía de los mismos. Adicionalmente y de manera particular se pedirán las refacciones como se indica para los siguientes sistemas.

1. Telefonía automática. El proveedor deberá garantizar la existencia de partes de repuesto por lo menos para un periodo de 10 años.

2. Sonorización. Para el sistema en general el proveedor deberá suministrar al Representante una relación de refacciones que considere indispensable, garantizando una existencia por lo menos de cinco años a partir de la entrega al Representante de los lotes completos de refacciones.

   — Sistema de amplificación y difusión local. Será como se indica en forma general en este inciso.

   — Sistema de transmisión

— Gabinetes para equipos de sonorización y voceo. Será como se indica en forma general en este inciso.

3. Intercomunicación y voceo en PCC y talleres. El proveedor deberá entregar al Representante una lista de las partes de repuesto que considere indispensables, para realizar el mantenimiento correctivo durante un año, garantizando una existencia por lo menos durante cinco años a partir de la entrega del lote suministrado y conforme a la lista presentada. Dicha lista debe corresponder al tres por ciento del total del suministro contratado. Las partes de repuesto para las alarmas mencionadas en el sistema deberán estar a disposición del Representante a la recepción provisional.

003.C.06 ALCANCES

De una manera general, los alcances abarcan todo lo que se requiere para la puesta en servicio de las instalaciones de los sistemas que integran la telecomunicación, así como las instalaciones comunes, en particular:

— Los estudios.

— La fabricación.

— Los suministros.

— El montaje.

— Los bancos de prueba para el mantenimiento.

— Las pruebas (No se incluye en relojes).

— La puesta en servicio.

— La asistencia al mantenimiento.

— La capacitación.

Abarca, así mismo, el cumplimiento de la garantía, asistencia al mantenimiento, documentación, herramienta y las refacciones.

No incluye, de una manera general y a reserva de las derogaciones precisadas en el desarrollo de la especificación, las charolas ni la construcción del arreglo de obra secundaria (acabados) de los locales.

En cambio, las obras anexas e imprevistas necesarias para el montaje, están comprendidas en los alcances (piezas de fijación, perforación de huecos, resanes de mampostería, etc.).

Los soportes para fijación de cajas para teléfono en telefonía directa y de cajas de acoplamiento en telefonía de trenes, están comprendidos en los alcances, a excepción de los relojes que no incluyen estos soportes.

En materia de instalaciones, se incluye la totalidad de las descritas en los capítulos del 3.02.08.001 al 007 "Instalación del Sistema de Telecomunicación", sección 8, de estas especificaciones, salvo derogaciones particulares.

1. Telefonía automática

a) El proveedor deberá presentar cotización por los siguientes conceptos descritos a continuación y de acuerdo a lo indicado en 003.C de esta Especificación.

— Suministro e instalación de un conmutador, selector de grupo y/o enrutador en sustitución y aprovechamiento del AKD/791/3, así como la adecuación al nuevo plan de numeración indicado en proyecto.

— Suministro e instalación de conmutadores terminales para las líneas 1, 2, 3 y 8 así como su enlace PCM hacia el conmutador, selector de grupo y/o enrutador, para las líneas 4, 5, 6 y 7 tratando de aprovechar los repetidores y enlaces existentes.

— Suministro e instalación de un conmutador terminal para el edificio administrativo, PCC I y PCC II y su enlace hacia el conmutador, selector de grupo y/o enrutador.

— Suministro e instalación de un conmutador terminal para cada taller (Zaragoza, Tasqueña, Ticomán y El Rosario), así como su enlace PCM hacia el conmutador, selector de grupo y/o enrutador, tratando de aprovechar los repetidores y enlaces ya existentes.

— Suministro e instalación de los repartidores principales, fuentes de alimentación, bancos de baterías y bastidores de distribución de energía, necesarios para el funcionamiento de los equipos incorporados al nuevo sistema.

— Documentación técnica.

— Capacitación.

— Mantenimiento.

— Refacciones.

— Bancos de prueba y herramientas especiales para el mantenimiento.

b) El proveedor deberá considerar que algunos trabajos, principalmente los de basculamiento se efectuarán por las noches y en fines de semana o días festivos.

c) Por ningún motivo se suspenderá el servicio telefónico por más de una hora durante los basculamientos. Los trabajos descritos en los puntos anteriores incluyen:

— Todas las modificaciones necesarias a los equipos actualmente en servicio de la red telefónica automática, para adaptarlos al nuevo sistema en sus diferentes etapas de instalación.

— Los estudios, suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio para cada uno de los trabajos antes descritos.

— La desinstalación y reinstalación de los equipos afectados.

— Todos los cableados (mano de obra y cable) en los diferentes repartidores, tanto en la llegada a las regletas horizontales como el

de las regletas horizontales hacia las verticales, que se requieran, para la puesta en servicio del sistema en sus diferentes etapas de instalación y/o desinstalación.

— El traslado de los equipos de los almacenes del Representante o del proveedor al lugar de instalación así como del lugar de desinstalación al lugar en donde serán reinstalados.

— El aprovechamiento de los equipos que operan actualmente y que serán sustituidos.

d) El proveedor deberá considerar que ya existen algunos repetidores PCM instalados de acuerdo a lo establecido en proyecto, los cuales serán aprovechados para el conjunto de la red y únicamente serán complementados con las tarjetas electrónicas que se requieran.

2. Sonorización. El alcance de esta Especificación se limita exclusivamente a los equipos del sistema de sonorización descrito en 5.02.03.002.C, los cuales tendrá el proveedor que diseñar, fabricar, suministrar, instalar, cablear (caso de los gabinetes), probar y poner en servicio dentro de cada estación o PCC según corresponda de acuerdo a lo establecido en la referencia anteriormente indicada.

a) Sistema de amplificación y difusión local. El proveedor entregará las cajas acústicas ensambladas con los transformadores de línea, altavoces y conectores de acuerdo a estas especificaciones. La instalación, cableado, puesta en servicio y pruebas están comprendidas también dentro de esta Especificación.

b) Sistema de generación. El alcance de esta Especificación se limita exclusivamente al suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de las cabinas de locución, grabación y transmisión requeridas para la grabación de programas de música y mensajes grabados del centro de generación llamado Audiómetro.

3. Intercomunicación y voceo. El alcance para este sistema se integrará por los siguientes aspectos:

a) Sobre el suministro el alcance comprenderá:

— Conmutador electrónico con los accesorios siguientes: Cajas de distribución para 120 estaciones con regletas de conexión, conectores y herramienta para conexión.

— Estaciones con cable y conector.

— Amplificador y regletas de conexión.

— Altavoces con caja acústica, transformador de acoplamiento y rejilla.

— Cable para enlace amplificador - altavoces.

— Herrajes y accesorios para instalación de los equipos.

b) Sobre la instalación el alcance comprenderá:

— Fijación de equipos.

— Tendido de cable y conexión entre equipos.

— Pruebas y puesta en operación del sistema.

003.C.07 GARANTIA

Todos los equipos tendrán una garantía de un año a partir de la puesta en servicio, a excepción de los del sistema de sonorización cuya garantía empezará a partir de su recepción provisional. Durante este periodo el mantenimiento estará a cargo del proveedor quien deberá suministrar sin costo alguno, todas las piezas de recambio a excepción de aquéllas denominadas de consumo.

003.C.08 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse serán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante la impunidad total contra cualquier reclamación referente a esto.

CAPITULO 5. 02. 03. 004

PILOTAJE AUTOMATICO

004.A DESCRIPCION

El sistema de pilotaje automático tiene por objeto mantener la más alta seguridad en el recorrido de los trenes del Metro de la Ciudad de México, automatizar la marcha y obtener un intervalo mínimo teórico de 90 segundos.

Las funciones que debe cumplir el pilotaje automático (PA) son las siguientes:

— Salida del tren en estación.

— Circulación en interestaciones, respetando las limitaciones de velocidad y la señalización, establecidas por las condiciones de operación de la línea.

— Llegada y paro del tren en estación.

— Realización de maniobras O,V,V1,V2,V3 en terminales.

— Autorización de apertura de puertas.

En forma general, el sistema de pilotaje automático descrito se integra por dos grupos de equipos de acuerdo a su instalación: fijos y embarcados.

1. Equipos fijos. Son aquéllos que proporcionan las informaciones dispuestas en la vía, las cuales condicionan en cada punto la velocidad que deberá ser alcanzada. Entre éstos se encuentran los siguientes:

   — Equipo instalado en vía. Está compuesto de elementos distribuidos a lo largo de las interestaciones cuya función consiste en la distribución y transmisión de las informaciones en forma continua.

   — Equipo instalado en local técnico. Está compuesto por armarios con sus respectivas alimentaciones; éstos controlarán las zonas de bloque y de maniobras y serán diferentes de acuerdo a la complejidad de la zona en que son implantados.

2. Equipos embarcados. Son aquéllos que se encuentran a bordo de los trenes; este equipo capta las informaciones enviadas por los equipos fijos, las interpreta y las pone de manifiesto mediante órdenes transmitidas a los órganos del tren.

El sistema de pilotaje automático cuenta con señalizaciones que indican en forma óptica la no disponibilidad de algún modo de conducción y en caso de degradación de marcha (CLT2) se envía una señal acústica al PCC por medio del radioteléfono.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.C.01
Señalización	5.02.03.001
Métodos de muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Componentes electrónicos, circuitos impresos, métodos de prueba de las cartas impresas	NF C-93
Valores límite y características esenciales de los dispositivos a semiconductores y principios generales de los métodos de medida, parte 4: Recepción y fiabilidad	CEI 147-4-1976
Frecuencias normales de la CEI	CEI 196-1965
Guía para la adquisición de datos de fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento a partir de resultados de exploración de los dispositivos electrónicos	CEI 362-1971
Reglas para los equipos electrónicos sobre vehículos ferroviarios	CEI 591-1977
Fiabilidad de equipos y sistemas	RF ANEXO CCT/ ETCA/NOR/1
Fiabilidad de equipos y sistemas	RF ANEXO CCT/ ETCA/NOR/2

004.C REQUISITOS DE CALIDAD

Todos los equipos que integran el sistema de pilotaje automático deberán cumplir las indicaciones establecidas por proyecto y serán diseñados bajo las siguientes características:

1. Fiabilidad y seguridad

   a) Fiabilidad. Todos los elementos de las instalaciones deberán ser diseñados para tener un factor de fiabilidad elevado que dé a las instalaciones la garantía de gran constancia de fun-

cionamiento, dentro de condiciones determinadas. La determinación de esta fiabilidad será de acuerdo a lo establecido en los anexos de los documentos 190 A/CCT/ETCA/NOR-X68.09/1 y 2 "Fiabilidad de equipos y sistemas".

Aun cuando la determinación se realice como se indica en los anexos antes mencionados, en lo que concierne a la fiabilidad, es necesario precisar la importancia relativa a ciertas nociones habitualmente utilizadas para expresar la fiabilidad en función de la naturaleza de las instalaciones.

Las siguientes nociones serán:

— El mtbf.

— El mttr.

Estas definen la calidad del funcionamiento que se podrá expresar por la disponibilidad que será igual a:

$$\frac{\text{mtbf}}{\text{mtbf} + \text{mttr}}$$

La experimentación y diversos métodos de cálculo permiten determinar el comportamiento de las instalaciones por la evaluación en cada una de ellas, del valor del mtbf. El tiempo medio de reparación que caracteriza el mantenimiento, depende esencialmente de la concepción de las instalaciones, de la tecnología de realización y de la organización del mantenimiento. Es importante que este tiempo sea lo más reducido posible; los valores límite que se podrán esperar para una instalación determinada, serán calculados por el mtbf y el mttr de cada instalación en función de la importancia de las perturbaciones provocadas por un paro de funcionamiento.

Desde este punto de vista es importante que la detección de fallas sea lo más fácil posible y que las reparaciones puedan ser efectuadas con rapidez.

Dentro de este principio los enlaces de los diferentes elementos de los equipos serán unidos por conectores que aseguren la intercambiabilidad. Cuando el proveedor esté encargado del mantenimiento deberá tomar las disposiciones utilizadas, para que las intervenciones sean lo más rápidamente posible en cualquier tiempo, circunstancia o lugar.

b) Seguridad. El equipo electrónico deberá diseñarse para tener un factor de seguridad que libere a las instalaciones de todo incidente contrario a la seguridad, cualquiera que sea el defecto técnico o el error humano, sin importar la probabilidad, de tal forma que cualquier falla de los elementos que lo constituyen no se traduzca en una información errónea.

En forma general estos equipos deberán cumplir con lo indicado sobre equipos electrónicos de seguridad de la especificación 5.02.03.001 "Señalización".

2. Condiciones climáticas

a) Equipos en túnel o subterráneos y a bordo de los trenes. La temperatura ambiente a la cual el material deberá funcionar normalmente puede variar de 258 K (−15°C) a 363 K (+90°C). Estas condiciones serán válidas tanto para el material embarcado como para el material en túnel o subterráneo. Pueden existir líneas superficiales o aéreas en las cuales las temperaturas extremas podrán presentarse en el exterior de las cajas que contienen los equipos al igual que para los trenes que son estacionados en garages descubiertos.

Las temperaturas de almacenaje durante un plazo cualquiera, podrán igualmente estar comprendidas entre 253 K (−20°C) y 363 K (+90°C) Para temperaturas más elevadas se indicará la necesaria para cada caso; algunas veces podrán presentarse cuando los materiales electrónicos sean instalados en la proximidad de órganos de potencia, por ejemplo, motores de tracción, en la entrada o la salida de los túneles, así como en las proximidades de los canales de ventilación; las variaciones bruscas de temperatura pueden producir impactos térmicos de 293 K (+20°C) a 253 K (−20°C).

La humedad relativa estará comprendida entre 30 y 90 por ciento. La inmersión es considerada como excepcional (no será objeto de precauciones particulares).

b) Equipo en locales. La temperatura ambiente a la cual el material debe funcionar normalmente puede variar de 248 K (−25°C) a 328 K (+55°C) Sin embargo, esas condiciones son válidas únicamente para los materiales que no son intercambiables con los equipos instalados en el exterior. Cuando se trate de equipos previstos para ser instalados dentro de los locales especialmente equipados, los proveedores precisarán las condiciones de temperatura, humedad, etc., que deberán ser respetadas para asegurar el buen funcionamiento de los equipos.

3. Condiciones del medio ambiente. Los equipos instalados en el exterior próximos a las vías o a bordo de los trenes, pueden estar en contacto con:

— Polvo con "partículas metálicas" o sin ellas

— Grasas

— Aceites minerales

— Campos magnéticos y eléctricos

Estas condiciones se considerarán más particularmente para los equipos a bordo de los trenes.

4. Condiciones mecánicas

a) Equipos instalados sobre los muros del túnel y sobre las estructuras aéreas. Las vibraciones más importantes se producen sobre las estructuras y son estos valores de las vibraciones los que deben considerarse para asegurar la intercambiabilidad de las instalaciones. Se puede contar sobre un valor máximo del orden de 10 m/s^2. Las frecuencias de estas vibraciones

son repartidas dentro de los intervalos de 30 a 2000 Hz; la amplitud máxima se sitúa entre 30 y 80 hertz.

5. Condiciones eléctricas

   a) Los equipos de PA no deberán generar señales eléctricas que alteren el funcionamiento de los demás equipos o sistemas.

   b) Los equipos de PA no deberán ser influenciados por parásitos o señales de los otros sistemas.

   c) Deberán tomarse en cuenta los posibles campos magnéticos y eléctricos.

6. Alimentación eléctrica. Para la concepción y realización de los equipos se deberán tomar en cuenta las características de las fuentes de alimentación que son utilizadas.

   a) Cuando los equipos electrónicos están en relación con órganos electromagnéticos (por ejemplo relevadores) ya sea directamente o por inducción entre conductores próximos, habrá que considerar entre ellos las sobretensiones posibles de 2.5 kV, durante 1 ms. Cabe aclarar que esas sobretensiones pueden transmitirse a través de la alimentación o venir de ella directamente; desde este punto de vista e independientemente de las protecciones previstas, se deberá colocar cada vez que sea posible un condensador de vapor conveniente en los bornes de la alimentación de los equipos; dicho condensador será conectado en serie con una resistencia de protección.

   b) En caso que la alimentación sea de corriente continua, si no se utilizan conectores, se recomendará otra protección para evitar la destrucción de los componentes en caso de error al conectarlos. Esta protección consistirá en conectar un diodo, ya sea en serie dentro de la alimentación de los equipos o entre los bornes de la alimentación.

   c) En cuanto a la alimentación en corriente directa de las instalaciones fijas, éstas deberán ser tratadas con un alto grado de fiabilidad de tal manera que su disponibilidad garantice la energización permanente de las mismas.

7. Comportamiento mecánico de los equipos. Las cajas, cofres, conectores, etc., instalados en el suelo o colocados a bordo de los carros, deberán ser suficientemente sólidos como lo indican las reglas para todo material ferroviario.

   Los equipos provistos de embalaje deberán soportar sin deterioración mecánica ni alteración de sus características eléctricas, los impactos o vibraciones originados durante el transporte.

8. Comportamiento eléctrico de los equipos

   a) Rigidez dieléctrica. Los equipos deberán soportar sin alteración de ninguna clase, una tensión alterna sinusoidal de 60 Hz y de valor eficaz de 2000 V (500 V si se trata de circuitos que no intervienen en funciones de seguridad), aplicados durante un minuto de acuerdo a lo siguiente:

      — Entre el conjunto de bornes de conexión reunidos entre ellos y la tierra del equipo.

      — Entre los circuitos de entrada y los de salida, cuando se realiza una solución de continuidad galvánica, por ejemplo, transformadores, amplificadores magnéticos, relevadores, etcétera.

      Por otra parte, será necesario efectuar las pruebas anteriores entre los bornes puestos en cortocircuito, unidos a los circuitos internos presentando entre ellos (en condiciones normales de funcionamiento) uno o varios puntos eléctricos comunes (los embobinados separados que contienen un mismo medio magnético, no se deben considerar que tienen puntos comunes entre ellos) y todos los otros bornes unidos a la tierra del equipo (algunas pruebas deberán ser efectuadas para los circuitos que intervienen en funciones de seguridad); el procedimiento a utilizar no deberá tener efectos destructivos.

      Esta prueba podrá ser solicitada netamente para los circuitos que intervienen en funciones de seguridad. Se podrán imponer condiciones más severas que las anteriores, para los equipos electrónicos ligados a circuitos sujetos a tensiones elevadas, excepto prescripciones particulares; la tensión de prueba que se aplica a los equipos es igual a 2U + 1000 V, donde U será la tensión de servicio.

   b) Aislamiento. El aislamiento medido bajo una tensión mínima de 500 V entre el conjunto de bornes ligados entre ellos y la tierra de un conjunto funcional, medido con la ayuda de un óhmetro de corriente continua, no deberá ser inferior a 200 MΩ. Esta medición deberá efectuarse después de la prueba de rigidez dieléctrica.

9. Comportamiento en temperatura. Los equipos deberán funcionar normalmente a las temperaturas indicadas en el párrafo 004.C(2). Las características eléctricas en las condiciones extremas de temperatura anteriormente definidas, deberán quedar comprendidas entre dos límites fijados previamente. Podrán ser admitidas excepciones a las reglas anteriores, cuando todos los equipos de un mismo tipo sean instalados dentro de locales con clima artificial, si no intervienen en funciones de seguridad.

10. Ruido de funcionamiento. El ruido emitido por todo equipo, cofre o armario cerrado, no deberá perturbar en más de 3 dB (A) el nivel sonoro ambiental obtenido cuando el equipo se para. Esta condición se aplica también al interior del tren (medida efectuada con el tren parado) y sobre el andén (medida efectuada con el tren parado si se trata de equipo embarcado o sin tren si el equipo está instalado en el andén).

    Se recomendará un análisis a la octava de los diferentes ruidos, bajo reserva de respetar esta primera condición y se podrá tolerar en cada intervalo un aumento de ruido de fondo de 5 decibeles.

11. Efectos de fallas sobre los circuitos de seguridad. La realización de los circuitos de seguridad, obedecerá a dos nociones que se complementarán una con la otra. Es necesario considerar por una parte la concepción misma de las instalaciones, que hará por ejemplo, que sea posible concebir un esquema de conmutación, el cual no estará dentro del nivel de seguridad que fue anteriormente definido, aunque se utilicen para su elaboración circuitos de conmutación elementales, presentando cada uno un nivel de seguridad intrínseco satisfactorio.

El nivel de seguridad, resultado de la concepción del esquema mismo, no deberá ser la causa de las diferentes fallas susceptibles de producirse en los componentes y las uniones.

— Principio general de las pruebas. Deberán considerarse dos clases de fallas: De los componentes propiamente dichos y sobre las uniones (cableado, soldadura, etc.) de los diversos componentes entre ellos o los bornes del bloque.

En los conjuntos que aseguran funciones de seguridad será conveniente considerar lo siguiente:

La influencia de un corte o de un cortocircuito, cuando el equipo está funcionando y cuando está en reposo.

Las consecuencias de un corte fugitivo que va produciéndose, con una cadencia de referencia similar a la de los impactos y vibraciones definidas en el párrafo 004.C.02(1) para el material embarcado y en 004.C(4a) para los otros casos.

Cada una de las fallas consideradas no deberá jamás traducirse en una información menos restrictiva que aquélla que normalmente se entrega.

En caso necesario será conveniente precisar al proveedor el sentido de evolución admisible de las diversas características de un equipo en caso de falla.

Cuando se compruebe, durante el periodo de las pruebas de fallas, que una de ellas no es detectada (normalmente por una indicación más restrictiva dada por el equipo), se deberá asegurar que la falla en cuestión asociada a cualquier otra, se traducirá por una indicación más restrictiva, que aquélla dada en la ausencia de la falla.

Por el contrario, en caso de detección de una falla, no se necesitará considerar otra simultánea, a menos que se compruebe que una causa (por ejemplo: falla de un condensador o un fusible, etc.) pueda sistemáticamente producir dos fallas simultáneas.

— Fallas sobre los componentes. Las diversas fallas a considerar, sobre los componentes usuales son mencionadas a continuación, a título indicativo más no limitativo.

Resistencias:

Tipo a capas	
Embobinados en una sola capa con hilo aislado o vetrificado	CORTE (NOTA 1)
Embobinado en una sola capa con hilo desnudo	CORTE
Embobinado en varias capas	CORTOCIRCUITO (NOTA 2)

Resistencias no lineales, tubos electrónicos, diodos, transistores y todas las partes que utilizan los semiconductores:

Corte y cortocircuito total o parcial	(NOTA 1)
Variación de nivel o de ganancia	(NOTA 2)

Ferritas de todos los tipos:

Fisuras, corte y cortocircuito del embobinado	(NOTA 1)

Capacitores de todos los tipos:

Corte, defecto de aislamiento y cortocircuito	(NOTA 1)

Para los capacitores electrolíticos:

Reducción de la capacidad	(NOTA 2)

Embobinado de bobinas y de transformadores:

Corte y cortocircuito total o parcial	(NOTAS 1 y 3)

— Pruebas de fallas sobre las uniones. Será conveniente examinar sucesivamente las consecuencias de una ruptura de los hilos del cableado, de una avería debida a una soldadura seca, el contacto entre pistas muy juntas de un circuito impreso (ver nota 3) o de una puesta a tierra defectuosa.

En el caso de equipos que no traten funciones de seguridad, deberá precisarse si el efecto de diversas fallas posibles, deberá ser examinado, y en casos comprobados las incidencias admisibles de fallas sobre el funcionamiento. Eventualmente, se podrán tolerar ciertos defectos para los cuales no hay detección a priori.

NOTA 1. Cortes o cortocircuitos intermitentes deberán considerarse para los equipos sujetos a vibraciones y cuando la frecuencia de los cortes o cortocircuitos susceptibles de

provocar un funcionamiento contrario a la seguridad no sean determinados.

NOTA 2. Esta alteración se necesita considerar sólo si el componente mismo tiene una función de seguridad en el conjunto funcional de seguridad.

NOTA 3. La hipótesis de cortocircuito total o parcial no debe considerarse cuando la calidad tecnológica de la fabricación sea tal, que resulte imposible en la práctica este cortocircuito.

12. Selección de componentes y recomendaciones sobre la construcción de los equipos

a) Selección de componentes. Los componentes deberán ser tomados de preferencia de lotes sujetos a control de calidad y de ser posible, en la fábrica del proveedor, dando las referencias adecuadas para garantizar la fiabilidad de su producción dentro de las condiciones de utilización a considerar. Los proveedores podrán solicitar una homologación de otra empresa. Ciertos componentes, aunque homologados, pueden no convenir en razón de particularidades en su empleo. Además, los componentes deberán ser seleccionados de tal manera que las restricciones a las cuales puedan ser sujetas normalmente, sean notablemente inferiores a las máximas que puedan soportar.

— Semiconductores. Se utilizarán semiconductores de silicio de los cuales las consideraciones y la permanencia de sus características a temperatura elevada sea notoria. Toda excepción deberá ser objeto de un acuerdo particular escrito con el Representante.

— Resistencias. Las resistencias en las cuales el cortocircuito tiene el riesgo de tener un incidente contrario a la seguridad, deberán ser de un tipo tal que ese efecto no pueda producirse. No deberán jamás emplearse resistencias de carbón aglomerado.

— Capacitores. Las funciones de seguridad no deberán realizarse con capacitores electrolíticos:

Si se emplean capacitores con papel metalizado, se tendrá que verificar que la energía normalmente almacenada sea suficiente para asegurar la autocicatrización de las armaduras.

Cada vez que sea necesario, se utilizarán capacitores con armaduras metálicas.

De una manera general, la tensión de funcionamiento de los capacitores utilizados será igual a dos veces aproximadamente la tensión de cresta susceptible de aparecer en sus bornes.

Toda excepción a estas reglas deberá ser objeto de un acuerdo particular escrito por el Representante.

Embobinados (transformadores e inductancias). Es conveniente evitar el uso de transformadores y bobinas en las cuales el diámetro del hilo es inferior a 0.1 mm para los conjuntos funcionales que realizan funciones de seguridad y de 0.07 mm en otros casos.

Para ciertas bobinas que realizan funciones de seguridad se podrá exigir la uti lización de hilo especialmente aislado (Teflón por ejemplo).

Las salidas podrán ser directas si el diámetro del hilo del embobinado es igual o superior a 45/100 (diámetro desnudo). Para diámetros inferiores se podrá realizar la salida con cables muy flexibles o de trenzado aislado, del cual la sección será al menos igual a 0.60 mm^2.

Hilos y cables. De una manera general, los hilos y cables utilizados deberán satisfacer las normas CCTU 10.01A o norma equivalente, para los cables coaxiales HF y a la norma CCTU 10.10A o norma equivalente, para los conductores y cables aislados con cloruro de polivinilo o polietileno.

Podrán exigirse condiciones particulares precisas para cada caso (resistencia al calor, no propagación del fuego, no generación de gases tóxicos). Los conductores de uniones entre subconjuntos y de enlace con los conectores deberán ser de cobre y composición flexible. Su sección no deberá ser en principio inferior a 0.6 mm^2.

b) Constitución de equipos. Los circuitos internos de los equipos podrán estar constituidos por circuitos impresos o por conductores aislados de cobre estañado.

— Circuitos impresos. Se deberá tener precaución para evitar por una parte que se despeguen las pistas y puedan provocar contactos intempestivos, así como una deformación del circuito impreso o de su soporte. El espesor mínimo de cobre será de 70 micras; las pistas serán estañadas antes de soldar.

La distancia mínima entre pistas vecinas no deberá ser inferior a 0.8 mm (a excepción admitida por el Representante). Los circuitos impresos serán protegidos por una capa de barniz aislante o una cubierta; esto último deberá permitir el cambio de componentes que fallen. Una sola intervención será necesaria para volver a dar a la protección sus cualidades iniciales. Las pistas tendrán una longitud tal que la densidad de corriente (tomando en cuenta el espesor de 70 micras) sea como máximo 2 A/mm^2.

El tipo de protección de los circuitos impresos no deberá provocar restricciones mecánicas, ni alteraciones químicas sobre los componentes o sobre las conexiones

En caso de circuitos impresos fijos, las salidas deberán estar constituidas por un conector homologado.

La unión entre los circuitos impresos y los conectores no deberá efectuarse en ningún caso por contacto de la parte hembra del conector con una parte de depósito metálico del mismo circuito impreso.

En caso de utilización de circuitos impresos de doble cara, los cruces deberán ser realizados por medio de conductores soldados sobre cada una de las caras. Los orificios metalizados son convenientes para realizar los cruces, bajo reserva que se respeten los procedimientos adecuados. En ningún caso los bornes de los componentes deberán ser utilizados para realizar los cruces. En el caso donde los proveedores utilicen la técnica de orificios metalizados para fijar los componentes sobre el circuito impreso, se necesitará dar al Representante, toda la información necesaria para el mantenimiento (equipos, procedimientos, etc.).

— Conductores en cobre estañado. No serán admitidos conductores desnudos.

— Soldadura. Las soldaduras serán realizadas con el mayor cuidado posible. Los cables soldados deberán quedar perfectamente visibles. No será permitida ninguna soldadura en "gotas".

No deberá ser utilizada la limpieza a base de ácidos; la duración y la temperatura del soldado deberán ser tales que las soldaduras sean homogéneas y no susceptibles a secarse.

Para los circuitos impresos de cara simple, los procedimientos dichos de "soldadura de ola" o baño de soldadura no podrán ser admitidos excepto si la técnica utilizada satisface los procedimientos adecuados. En particular tales procedimientos de soldadura deberán ser utilizados sólo para los circuitos impresos en los cuales las soldaduras a realizar sean relativamente homogéneas (hilos de conexiones de los cuales las secciones son del mismo orden de dimensión). El acuerdo sobre el procedimiento sólo podrá ser dado después de examinar algunos prototipos.

En el caso de soldadura de ola, los componentes deberán sujetarse por un artificio exterior y no por pliegues de los bornes sobre la cara a soldar.

— Piezas mecánicas. Las diferentes piezas mecánicas estarán constituidas por lo siguiente:

En acero, deberán ser protegidas por un niquelado (NiCu20/Fe) por zinc electrolítico ($Z > 15\ \Omega$) o por cadmio (Cd 10); en el caso particular de los circuitos magnéticos de bobinas o transformadores, la protección se asegura por el barniz con que se impregna.

En aleación de cobre, la aleación deberá siempre protegerse por un niquelado (Ni 10/Cu) si el contenido de cobre es inferior al 85 por ciento.

En aleación de aluminio, la aleación deberá ser protegida por metalización de zinc (Zn 40).

Todas las disposiciones útiles deberán ser consideradas para evitar una acción electrolítica o electroquímica entre materiales de diferente naturaleza que se encuentren en contacto entre ellos; en caso comprobado, deberá preverse una protección apropiada.

Los tornillos y pernos deberán ser en principio de aleación de cobre, excepto si las piezas ensambladas son de aluminio o aleación de éste, en cuyo caso los tornillos y pernos podrán ser de acero si tienen protección contra una alteración eventual por la humedad de la atmósfera o si están hechos de acero inoxidable. Los tornillos y pernos son de acero para los equipos electrónicos del material rodante.

Las partes exteriores metálicas deberán cubrirse después de la aplicación de las subcapas necesarias, si se encuentran en las siguientes condiciones:

— Cuando no están a la intemperie, una pintura gliceroftálica o de un barniz inalterable al aire húmedo.

— Cuando son expuestas a la intemperie, de una pintura gliceroftálica secada al horno o por una metalización de zinc.

— Uniones. Enlace de los conductores a los equipos y a los circuitos impresos. Enlace de los componentes.

El enlace entre un elemento interno de un equipo y un conductor, deberá efectuarse por medio de un órgano de unión fijo mecánicamente a este equipo. El procedimiento de enlace será, en principio, la soldadura, pero se podrán admitir otros procedimientos.

Los órganos de unión utilizados deberán asegurar la posición de los conductores y en caso de defectos de la conexión no permitirán un contacto intempestivo entre dos conductores normalmente aislados el uno del otro, principalmente para los circuitos que realizan funciones de seguridad.

Cuando los componentes sean unidos a una parte fija únicamente por sus bornes, se deberán considerar todas las disposiciones para impedir esfuerzos de tracción o compresión sobre los puntos de fijación y para asegurar la protección de puntos de soldadura. En particular sus conexiones no deberán estar dobladas a menos de 5 a 6 mm del cuerpo del componente.

Los componentes deberán fijarse de tal forma que impidan cualquier contacto eléctrico accidental con el otro componente, conductor o tierra.

En el caso de montaje de resistencias con un alto valor de disipación, éstas deberán

alejarse del circuito impreso por medio de un montaje conveniente para limitar los riesgos de calentamiento del circuito impreso. De cualquier manera los componentes susceptibles de calentamiento deberán alejarse de los circuitos impresos al menos 2 milímetros.

Para los componentes unidos eléctricamente en un punto del circuito impreso, la conexión del componente deberá atravesar el soporte del circuito impreso y salir sobre el otro lado del soporte; las puntas de conexión se deberán cortar después de la soldadura si es necesario.

En el caso donde el aumento del valor de una resistencia corre el riesgo de tener consecuencias contrarias a la seguridad, cada conexión de esta resistencia deberá estar unida por dos soldaduras independientes. Se hará entonces lo mismo para los otros componentes en serie con esta resistencia. Esta disposición no será siempre aplicable; el caso será examinado entre el proveedor y el Representante.

En lo que concierne a los semiconductores deberán considerarse las reglas siguientes:

El uso de las rondanas mica estará prohibido, si la caja (encapsulado) del semiconductor está aislada de la tierra (transistores, tiristores).

Si el semiconductor es montado sobre un disipador, entonces la unión térmica encapsulado-radiador podrá ser realizada con la ayuda de una pasta conductora de calor (por ejemplo la SI 340 SISS).

El aislamiento eventual de la caja deberá ser realizado a nivel del disipador.

Los semiconductores montados sobre el encapsulado podrán ser utilizados con un adaptador a fin de permitir más fácilmente su intercambio.

Líneas de fuga. Toda pieza no aislada deberá estar separada de cualquier otra pieza que presente en relación a la primera, una diferencia de potencial cualquiera, por una distancia mínima de 3 milímetros.

Si no es posible respetar esta distancia, se podrán admitir excepciones si se realizan las siguientes condiciones:

Las piezas se fijarán a un chasis o una parte fija no susceptible de deformación.

El contacto accidental entre piezas cercanas menos de 3 mm una de otra, no deberá tener efecto contrario a la seguridad.

En caso comprobado, se podrá recurrir al aislamiento de piezas cercanas que tengan diferentes potenciales por medio de un barniz aislante o de un material similar de calidad conveniente. En el caso de circuitos impresos, o de elementos de circuitos impresos recubiertos, esta distancia se podrá reconsiderar en función del valor de cresta de la tensión que puede aparecer entre los dos puntos:

2 mm si $1000 > Uc > 100$ V.

1 mm si $Uc < 100$ V.

donde Uc es la tensión cresta.

— Dispositivos de ajuste. Será conveniente evitar:

Ajuste a "pasos" para fijar el valor de una capacidad, de una inductancia o de una resistencia.

Los componentes cuyas características son ajustables por medio de un cursor y que dan lugar a una holgura o desajuste.

— Principios generales que conciernen a la presentación de los equipos:

Cuando un equipo está realizado en módulos funcionales, los equipos de ventilación deberán ser diseñados para disminuir el calentamiento de los diversos componentes en las condiciones más severas de utilización.

Los orificios para el paso de conductores deberán ser sobredimensionados. Cuando los conductores corren el riesgo de ser lesionados al atravesar un orificio, este último deberá tener una protección aislante.

El enlace con los circuitos exteriores deberá efectuarse:

Sobre los bornes u otros dispositivos de enlace.

Por medio de un conector; en este último caso, el espacio entre dos partes no aisladas bajo tensión deberá satisfacer las condiciones impuestas para las líneas de fuga.

El cableado deberá realizarse en peines o trenzado de manera que la parte libre de los conductores sea lo suficientemente corta para evitar los contactos intempestivos en caso de corte, pero con una flexibilidad suficiente para evitar las rupturas que resulten de una tracción accidental sobre los peines o el trenzado.

Cada equipo, cualquiera que sea su montaje, deberá poder cambiarse sin retirar otro equipo ni desplazar los cables.

El cambio de un conjunto de equipos se deberá hacer en las mismas condiciones.

Finalmente, será conveniente, evitar la multiplicidad de los equipos, de componentes, piezas mecánicas y elementos.

004.C.01 EQUIPOS FIJOS

Además de las condiciones generales antes citadas, los equipos fijos ya sea en vía o en local técnico, deberán cumplir lo siguiente:

1. Condiciones mecánicas de los equipos instalados en la vía. En los equipos instalados entre los durmientes o sobre los rieles los valores esencialmente de impactos o vibraciones podrán alcanzar niveles de 200 m/s^2. Las amplitudes máximas se situarán dentro de la banda de 500 a 1000 hertz.

2. Alimentación eléctrica de los equipos instalados en vía y local técnico. La alimentación se realizará normalmente en corriente alterna trifásica de 200 V, 60 Hz con variación en la tensión de $\pm$ 10% y en la frecuencia de $\pm$ 2 hertz.

   La onda de tensión podrá ser perturbada por la presencia de armónicas impares. Las tasas podrán alcanzar los siguientes valores:

   4% para las armónicas 3, 11 y 13.

   1.5% para las armónicas 5, 17, 23 y 25.

   1% para la armónica 7.

   5% para la armónica 19.

   La componente inversa quedará inferior al 4 por ciento de la componente directa; la componente homopolar será de valor despreciable después de maniobras o defectos; sobre la red de alta tensión podrán aparecer variaciones de tensión o niveles bajos de tensión.

   En caso de falla de la alimentación normal y si hay basculamiento automático, se producirá el corte entre 200 a 300 ms, aproximadamente y como máximo a 1000 ms.

004.C.02 EQUIPOS EMBARCADOS

Deberán cumplir adicionalmente a las condiciones generales descritas, las siguientes características:

1. Condiciones mecánicas. Las frecuencias dominantes de las vibraciones en las cajas serán del siguiente orden:

   2 a 16 Hz para material sobre neumático.

   2 a 45 Hz para material sobre ruedas metálicas no elásticas.

   Los impactos podrán causar aceleraciones o desaceleraciones verticales o transversales alcanzando:

   4 m/s^2 para material neumático.

   6 m/s^2 para material con ruedas metálicas.

   Estas condiciones son mucho más severas para el material instalado sobre bogies.

   Para el material férreo moderno se podrá contar con los valores máximos siguientes, en el intervalo de 6 a 50 hertz:

   Aceleración vertical: 50 m/s^2.

   Aceleración lateral: 30 m/s^2.

   Aceleración longitudinal: 20 m/s^2.

2. Alimentación eléctrica de los equipos embarcados

   Excepto prescripciones particulares, los conjuntos o subconjuntos deberán ser alimentados a partir de una batería de acumuladores cadmio-níquel, de la cual la tensión varía normalmente entre 70 y 73 volts.

   Ciertos incidentes podrán causar variaciones de tensión, entre 50 y 85 V, durante los cuales los equipos deberán continuar funcionando normalmente dentro de los límites de temperatura definidos y mínimo durante una hora.

   Los circuitos muy inductivos encontrados en el material rodante, causarán con la conmutación de potencia, sobretensiones, que pueden exceder los 2000 V durante 10 ms. Estos valores son dados a título enunciativo pues ellos dependen de la disposición y naturaleza de la conmutación; de igual forma las líneas del tren utilizadas pueden presentar una reactancia capacitiva muy grande.

004.C.03 NOMENCLATURA

El proveedor deberá entregar una nomenclatura correspondiente a sus equipos y deberá ser analizada por el Representante, el cual la devolverá con su aprobación.

004.C.04 MUESTREO

El muestreo de los materiales y equipos deberá realizarse en forma general de acuerdo a lo establecido en las referencias correspondientes indicadas en 004.B de esta Especificación y de común acuerdo con el proveedor tomando como base la norma NOM Z-12 o R-18, cuando el tipo de equipo lo requiera. Además deberá considerarse lo siguiente:

1. Las pruebas de control de calidad que el Representante lleve a cabo podrán ser realizadas por muestreo al 100 por ciento. Este ejercerá un control de fabricación ante el proveedor y sus subcontratantes. El control se aplicará a:

   — Las materias primas y piezas unitarias.

   — Los equipos y subconjuntos.

2. El control ejercido sobre la calidad de ejecución comprenderá la conformidad de los planos, documentos y las pruebas en serie. Estas se ejercerán sobre todos los suministros ya sean subcontratados o no. Por regla general el proveedor deberá poner a disposición de los supervisores todo el equipo necesario para la verificación de las pruebas.

3. El Representante tendrá el derecho de ejercer su control durante cualquier etapa de estudios, fabricación, puesta en obra y puesta en servicio de los materiales y equipo.

4. Si se considera necesario, el control podrá abarcar las materias primas y los componentes que forman parte del suministro. Este control deberá realizarse en las instalaciones del proveedor y/o de sus subcontratistas.

5. El Representante conjuntamente con el proveedor, establecerá para cada subconjunto y para el equipo un cuaderno de recepción para asegurarse que éstos:

   — Cumplan los aspectos funcionales y de seguridad.

   — Estén en conformidad con los planos, esquemas, sinópticos y nomenclaturas.

6. Condiciones de recepción de equipos. Todos los equipos electrónicos serán en principio sistemáticamente verificados por personal del Representante, antes que sea dada la autorización de expedición o de instalación. Las condiciones de recepción serán diferentes según la naturaleza y destino de los equipos.

   Para los equipos que intervienen en funciones de seguridad se examinará la calidad y las condiciones de utilización de los componentes y la realización tecnológica, efectuando pruebas muy completas sobre el prototipo y la cabeza de serie verificando:

   — El funcionamiento en las condiciones extremas de tensión y temperatura.

   — Las pruebas de fallas.

   — Las mediciones de aislamiento y rigidez dieléctrica.

   — Las pruebas mecánicas, etcétera.

004.C.05 PRUEBAS

Antes de la presentación de los suministros a los supervisores, el proveedor deberá realizar las verificaciones necesarias.

1. Conjuntamente el proveedor y el Representante deberán establecer un programa detallado de pruebas y verificaciones.

2. Estas pruebas deberán efectuarse en los bancos de pruebas que permitan evaluar el funcionamiento global del sistema. Después de la aplicación total y satisfactoria de este programa, los supervisores colocarán una referencia inviolable sobre el conjunto verificado y ésta deberá ser destruida al momento de cualquier intervención que se efectúe sobre el conjunto.

3. El proveedor participará en las pruebas delegando la responsabilidad en su personal técnico especializado, el cual ayudará en la preparación de estas pruebas, vigilará durante las mismas el funcionamiento de los equipos que tiene a su cargo y remediará lo más pronto posible cualquier anomalía que se presente o que le hubiese sido señalada.

004.C.06 EMPAQUE

El embalaje estará a cargo del proveedor y deberá adaptarse al contenido y modo de transporte.

004.C.07 TRANSPORTE

El proveedor deberá entregar un programa de puesta FOB (libre a bordo) acorde al programa general. El transporte estará a cargo del Representante del puerto de embarque a sus almacenes, y de éstos al lugar de instalación será a cargo del proveedor.

004.C.08 GARANTIA

El periodo de garantía empezará con la puesta en servicio de los equipos, y tendrá duración de un año.

1. En el caso de modificaciones de un conjunto o subconjunto sujeto a garantía, el conjunto o subconjunto repuesto quedará garantizado por la duración señalada anteriormente y ésta se iniciará a partir de la fecha de su puesta en servicio.

2. Si durante el periodo de garantía se presenta sistemáticamente una avería de algún componente sobre el 5 por ciento del total de los equipos suministrados, el componente deberá reemplazarse por otro mejor adaptado sobre los conjuntos o subconjuntos afectados y cuya garantía se iniciará nuevamente respetando la duración de un año, contada a partir de la nueva puesta en servicio de los conjuntos o subconjuntos cuyo(s) componente(s) hubiese(n) sido reemplazado(s). Este reemplazo deberá ser aprobado por el Representante.

CAPITULO 5. 02. 03. 005

PEAJE

005.A DESCRIPCION

El peaje automático está constituido por un conjunto de elementos que permiten el control y acceso de los usuarios así como la recopilación estadística en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México. En forma general los conceptos que integran al sistema de peaje, cuya distribución y características serán definidas por el proyecto, son: taquillas para distribución y venta manual de boletos, torniquetes, diapasones, puertas de cortesía, terminal de operación y botón de desbloqueo.

1. Torniquete. Es un conjunto de elementos y mecanismos que integran un módulo, cuya función es la cuantificación y control de los usuarios del sistema. Estos elementos y mecanismos son los siguientes:

   — Cofre.

   — Mecanismo trípode.

   — Lector.

   a) Cofre. Es un gabinete que permite alojar todos los elementos complementarios del módulo.

   b) Mecanismo trípode. Es el elemento para control de paso que consta de tres barras que forman entre sí ángulos de 120° y son bloqueados en sentido inverso a su uso, ya sea para entrada o salida y a su vez está asociado a un mecanismo de giro, de tal forma que al accionarse le permite un desplazamiento angular de 120° en cada operación.

   c) Lector. Es un conjunto electromecánico que se acciona mediante la introducción de un boleto el cual es conducido bajo las cabezas magnéticas de lectura y escritura para ser procesado de acuerdo con la información contenida en él y así devolverlo al usuario o enviarlo al depósito recolector de boletos.

2. Diapasón. Es un elemento pasivo que se instala sobre el eje longitudinal de torniquetes, de tal forma que no permita el paso al área controlada mas que a través de los torniquetes o puertas de cortesía.

3. Puerta de cortesía. Es el elemento que permite el paso a usuarios o personal autorizado que no requiere control.

4. Terminal de operación. Es un equipo cuya función es establecer el control general de los lectores, la visualización de estadísticas y fallas y el probado de boletos. Los elementos que la conforman son los siguientes:

   — Teclado y conmutador de llave.

   — Visualizador.

   — Indicador de alarmas.

   — Fuente de alimentación.

   — Compartimiento para cartas electrónicas y de alimentación.

   — Lector decodificador de boletos.

   a) El teclado, permite la manipulación de la terminal de operación y el conmutador de llave sirve para realizar el cambio de parámetros y la inicialización.

   b) El visualizador es el elemento que permite observar por medio de caracteres alfanuméricos y especiales, las estadísticas, el código de fallas y la información contenida en los boletos.

   c) El indicador de alarmas es un dispositivo que sirve para señalizar la existencia de una o más fallas detectadas por la terminal de operación.

   d) La fuente de alimentación es el dispositivo que proporciona la energía para el funcionamiento de los diferentes elementos que conforman la terminal.

   e) El compartimiento para cartas electrónicas y de alimentación, es la sección destinada a agrupar y proteger estas cartas; sirve como soporte mecánico y liga a las cartas por medio de conectores situados en la base del mismo.

   f) Lector decodificador de boletos. Es el dispositivo que permite la interpretación de la información contenida en los boletos con la simple introducción de los mismos.

5. Botón de desbloqueo. Es el elemento que permite el desbloqueo a distancia de un torniquete de entrada, el primero del lado izquierdo de la batería de torniquetes; opcionalmente se localiza a un extremo de esta batería y en la taquilla si ésta tiene visión directa sobre los torniquetes, y de no tenerla, en el local del jefe de estación.

Los elementos integrantes del sistema de peaje se clasifican como sigue:

1. Torniquetes. Por su servicio se clasifican en tres tipos: de entrada, de salida y neutro.

   a) Los torniquetes de entrada son los que están integrados por el cofre, mecanismo trípode y lector.

   b) Los torniquetes de salida están constituidos por el cofre, y el mecanismo trípode, y cuentan con

las preparaciones necesarias para albergar el lector.

c) El torniquete neutro es un complemento del sistema el cual sirve regularmente para delimitar los torniquetes de entrada y los de salida así como también para cubrir espacios.

2. Los diapasones, puertas de cortesía, terminal de operación y botón de desbloqueo son de un solo tipo y grado de calidad atendiendo a las características definidas en el proyecto.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Conductores para redes electrónicas	4.02.01.003.C.01
Métodos de pruebas eléctricas para componentes de uso electrónico	NOM I-21
Métodos de prueba para materiales básicos cubiertos de metal para circuitos impresos	NOM I-119
Laminado con resina epóxica con base de fibra de vidrio recubierto de metal tipo G-10	NOM I-123
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)
Láminas de acero inoxidable al cromo-níquel	ASTM A-240
Requisitos generales para placas de acero inoxidable	ASTM A-480
Dimensiones y tolerancias de los circuitos impresos	IPC D-300-F
Artwork y medidas en circuitos impresos	IPC D-310-F
Criterios de aceptación para circuitos impresos	IPC D-600-G
Montaje de componentes para circuitos impresos	IPC D-700-C
Cableado y ensamblaje	Martin - Marietta
Series de valores normales para resistencias y condensadores	AFNOR C 93-010
Especificación técnica para el suministro de las cabezas magnéticas de lectura destinadas al sistema de peaje automático	RATP P 1 D
Especificación técnica para el suministro de las cabezas magnéticas de escritura destinadas al sistema de peaje automático	RATP P 2 D
Especificación técnica para el suministro de cartón para boletos con pista magnética	RATP T 11
Especificación técnica para la fabricación de boletos magnéticos en material plástico para transporte	RATP T 14 A
Especificación técnica para el suministro de boletos en material plástico con pista no codificada	RATP T 14 B
Especificaciones técnicas para el suministro de cupones mensuales con pista magnética	RATP T 15 A y B
Especificación técnica relativa a las características de la pista magnética en boletos de transporte	RATP T 20
Fiabilidad de equipos y sistemas	Anexo CCT/ETCA/NOR/1
Fiabilidad de equipos y sistemas	Anexo CCT/ETCA/NOR/2

005.C REQUISITOS DE CALIDAD

El sistema de peaje automático deberá cumplir, para cada uno de los elementos y componentes que lo integran, con las dimensiones y características indicadas por proyecto y las especificaciones o normas correspondientes referidas en 005.B de esta Especificación, así como lo establecido por el Representante, considerando las características generales siguientes:

1. Los equipos desarrollados, tendrán las dimensiones y características técnicas que les permitan adaptarse a los requerimientos de obra civil y electromecánica definidos por el Representante; sin embargo, el proveedor podrá proponer diferentes alternativas o modificaciones para que sean estudiadas y aprobadas por éste.

2. Los equipos propuestos con base en estas especificaciones, serán compatibles con aquéllos ya instalados, en los aspectos funcionales y técnicos, de tal manera que los boletos sean tratados de igual manera en todas las estaciones de la red.

3. En cualquier caso toda la estructura funcional de los equipos deberá cumplir los requerimientos siguientes:

   — Seguridad.

   — Fiabilidad.

   — Disponibilidad.

— Facilidad de mantenimiento y modularidad.

— Compatibilidad.

— Intercambiabilidad entre subsistemas.

4. Las cartas de circuito impreso, sobre las que se montan los componentes electrónicos, serán de fibra de vidrio y resina epóxica, de acuerdo con la norma NOM-I-123 grado G-10. El espesor de estas cartas deberá ser por lo menos 1.5 mm y el correspondiente al cobre impreso 0.068 mm, mínimo.

   a) Las cartas serán:

      — Desenchufables, con conectores tanto en la carta como en el circuito de fondo.

      — Guiadas por canaletas apropiadas para cada una de ellas, con objeto de lograr el ensamble de los conectores.

      — Provistas de un medio que facilite su extracción.

      — Mantenidas en su lugar por medio de seguros en las canaletas guía para evitar que accidentalmente o por vibraciones se desconecten.

      — Dotadas de conectores polarizados para evitar la inserción equivocada de una carta y la inversión de posiciones entre cartas.

   b) Los circuitos integrados estarán protegidos de manera que no pueda realizarse ningún cortocircuito en las maniobras de montaje de las cartas.

   c) El sistema electrónico en su conjunto, no deberá sufrir ningún daño por interrupciones en la alimentación o por la ausencia de una o varias cartas electrónicas.

5. Todos los elementos semiconductores y circuitos integrados de estado sólido deberán ser productos de línea, y tener sus equivalentes en tres marcas de prestigio internacional, demostrándose con catálogos de edición reciente.

6. Los elementos pasivos (resistencias, condensadores, etc.), deberán tener valores contenidos en la serie E-24, de la norma AFNOR C 93-010 "Series de valores normales para resistencias y condensadores".

   La disipación nominal de los elementos resistivos, será el doble de la potencia marcada para operación. El voltaje nominal de trabajo en los condensadores, será de 1.5 veces el marcado para la operación en el circuito, y sus valores estarán contenidos en la serie E-24 para valores hasta 1 mf y E-12 para valores superiores (AFNOR C 93-010).

7. Todos los componentes que produzcan efecto Joule (disipativos de potencia), superior a 0.5 W, serán montados con disipadores apropiados.

8. Los circuitos integrados que contengan 20 patas o más deberán contar con bases para facilitar su reemplazo en caso de avería.

9. Todos los componentes electrónicos deberán operar correctamente a niveles de potencia, voltaje y corriente con tolerancia de 10 por ciento de los valores nominales de operación.

10. La alimentación en corriente continua para los circuitos electrónicos deberá ser estabilizada al 5 por ciento. Esta alimentación deberá estar localizada de manera que el calor generado por ella no eleve la temperatura de los componentes en las cartas electrónicas.

11. Todos los componentes del equipo, así como el conjunto, deberán operar normalmente dentro de un intervalo de temperatura de 273 a 318 K (0 a + 45°C), con una humedad relativa de 15 a 90 por ciento.

12. Todos los equipos suministrados deberán operar normalmente con variaciones en la red de alimentación de ± 10 por ciento en tensión y ± 5 por ciento en frecuencia y soportar microinterrupciones y sobretensiones de 20 por ciento respecto al valor nominal.

13. Calidad de los componentes. Los componentes, tanto los montados en las cartas como en los subensambles, deberán ser escogidos de manera que puedan ser suministrados por dos fabricantes y ser de uso corriente y homologados, además de cumplir con las normas de control de calidad y estar de acuerdo a los requerimientos de los equipos. Estas normas y las pruebas de homologaciones deberán ser presentadas al Representante. El microprocesador a utilizar será preferentemente el 8085.

   a) Los circuitos integrados con un número de terminales mayor o igual a 20 deberán estar montados en bases, así como aquéllos con mayor probabilidad de falla.

   b) Las piezas susceptibles de corrosión deberán protegerse con tratamientos apropiados en su superficie (cadminizado, anodizado, cromado, etc.).

   c) Las piezas sometidas a uso rudo o fricciones excesivas, serán fabricadas con materiales que resistan este tipo de uso, evitando en la medida de lo posible el empleo de componentes plásticos.

   d) Las lámparas incandescentes tendrán una vida media de al menos 5000 horas.

   e) Todos los componentes, incluyendo los de desgaste, deberán preverse para trabajar un régimen de operación de 24 horas.

   f) El material utilizado en las pantallas de las platinas de señalización y la canaleta de salida serán resistentes a la abrasividad, el calor y los golpes.

14. Calidad de ejecución. Los suministros e instalaciones serán ejecutados de acuerdo a las reglas correspondientes a equipos con clasificación profesional. La clasificación utilizada deberá ser presentada al Representante; los equipos deberán entregarse en perfectas condiciones de funcionamiento y en estado de ser controlados y recepcionados por éste.

15. Confiabilidad y disponibilidad. El proveedor deberá proporcionar el MTBF, MCBF, MTTR y la disponibilidad de sus equipos, así como los procedimientos o condiciones en que fueron determinados. Estos parámetros en forma general serán de acuerdo a lo indicado en los Anexos técnicos de Fiabilidad de equipos y sistemas CCT/ETCA/NOR/1 y 2 del Comité de Coordinación de Telecomunicaciones (CCT) de Francia.

    En todos los casos el Representante aprobará o demandará las modificaciones que considere necesarias para la aceptación de estos parámetros considerando que en el Metro de la Ciudad de México las afluencias promedio que se manejan en estaciones cargadas son de 12 000 usuarios/equipo/día en un periodo de explotación de 20 horas/día.

Además de las condiciones generales antes establecidas, los elementos que integran el peaje automático deberán cumplir las siguientes condiciones particulares:

1. Torniquetes

    a) El cofre para los torniquetes será de acero inoxidable con tapas, puertas y base para fijación; será integrado mediante el ensamble de diversas piezas por medio de refuerzos internos donde se haga necesario, ligadas entre sí por soldaduras realizadas con máquina punteadora, a manera de formar un chasis integral.

        — El acero inoxidable para la construcción del cofre deberá cumplir con la norma ASTM A-240 tipo 304. La terminación de la lámina de acero se hará de acuerdo con las normas ASTM A-480 tipo 4 con pulido en las partes exteriores.

        — El acabado interno deberá estar exento de rebabas, limaduras de hierro y filos cortantes. el pulido y acabado externo deberá orientarse en el sentido de circulación de los usuarios.

        — El cofre deberá contemplar soportes fijos para la fijación de cables. No se aceptarán fijaciones provisionales.

        — Todos los ángulos que presente el cofre deberán estar redondeados con un radio mínimo de 6 milímetros.

        — Todos los accesos al interior del torniquete que sean por puertas o tapas deberán estar bloqueados por medio de cerradura con llave.

            El acceso al lector, equipo electrónico y mecanismo de arrastre, se obtendrá levantando la tapa que forma parte de la cubierta superior del torniquete.

            El acceso al mecanismo del trípode se obtendrá retirando la parte de la cubierta superior correspondiente.

            Los accesos para el depósito de recolección de boletos, así como para la platina de control y módulo de alimentación se deberán obtener por medio de puertas instaladas en la parte lateral izquierda y parte frontal inferior respectivamente.

        — Los zoclos o bases de los cofres serán realizados con canal de acero y lámina galvanizada con recubrimiento anticorrosivo en la superficie, formando un conjunto a manera de bastidor. El tipo de canal y espesor de lámina, así como las dimensiones de la base y perforaciones necesarias serán las indicadas en los planos de proyecto. Esta base deberá quedar integrada al cofre mediante soldadura por puntos.

        — Las tolerancias mecánicas de los torniquetes, serán tales que todas las piezas mecánicas que formen parte de éstos, sean intercambiables por sus similares de cualquier otro.

        — La disposición de los subconjuntos que integrarán los torniquetes será la siguiente:

            Parte superior al frente: Lector de boletos, mecanismo de arrastre, equipo electrónico, canaletas de entrada y salida de boletos, ruedas codificadoras para la identificación y validez de los códigos e introducción de parámetros, platina de alarmas técnicas y pictograma.

            Parte lateral izquierda: Trípode y depósito recolector de boletos invalidados con capacidad mínima de 40 000 boletos.

            Parte superior al centro: Mecanismo asociado al trípode.

            Parte inferior al frente: Platina de control.

            Parte posterior: Contadores.

    b) Las cabezas magnéticas deberán ser de una calidad tal, que la dureza presentada permita el tratamiento de boletos magnéticos durante un lapso de tiempo fijado por el Representante, sin que se haga necesario su reemplazo. La vida media de las cabezas deberá ser tal que garantice la lectura o escritura correcta de 2 500 000 boletos en condiciones normales de operación. La calidad y firmeza del cableado para las cabezas magnéticas deberá ser tal, que no sea fuente de fallas por falsos contactos, cortos entre cables o entre éstos y el cofre. La disposición de las cabezas magnéticas no debe ser fuente de atascamiento para los boletos.

        El sistema deberá ser capaz de tratar dos boletos aun sin haberse efectuado una de las dos entradas, a condición de que el primero de ellos no sea rechazado.

        — Cabezas magnéticas de lectura. Salvo indicación contraria deberán cumplir en forma general, con la especificación técnica P 1 D RATP (Administración Autónoma de los Transportes Parisinos) para el suministro de cabezas magnéticas de lectura destinadas al sistema de peaje automático.

        — Cabezas magnéticas de escritura. Serán en forma general de acuerdo a lo indicado en

la especificación técnica P 2 D RATP para el suministro de las cabezas magnéticas de escritura destinadas al sistema de peaje automático.

c) El arrastre deberá ser suficientemente flexible para no maltratar el boleto si el usuario lo retiene voluntariamente. El mecanismo de arrastre no deberá bloquearse por las posibles deterioraciones del boleto.

— El sistema de arrastre deberá permitir el acceso a todos sus componentes para retirar los boletos atascados.

— Al final del mecanismo de arrastre, deberá existir un dispositivo para invalidar y macular los boletos antes de caer dentro del depósito recolector, para evitar que sean reutilizados.

d) Cuando el boleto deba ser restituido, será dirigido hacia la canaleta de salida, que termina en una ranura para permitir el escape del mismo y sobresalir de ésta 25 mm. Un dispositivo indicará a la lógica el momento en que el usuario retira el boleto; se contará con una platina de señalización con las siguientes indicaciones:

— Inscripción "TOME SU BOLETO" en color verde.

— Inscripción "BOLETO NO VALIDO" en color rojo.

— Inscripción "ULTIMO DIA" en color rojo.

Además, deberá contar con un espacio de reserva para otra leyenda que será definida por el Representante en el transcurso del desarrollo de los equipos.

La canaleta de salida estará provista de un indicador de diagnóstico, el cual señalizará por medio de un número el tipo de falla.

— La ranura de introducción será una pieza mecánica calibrable para no dejar pasar más de un boleto a la vez, que formará parte integral del sistema y estará constituida de tal forma que facilite el guiado del boleto. Las dimensiones de esta ranura deberán permitir la introducción de un boleto relativamente deteriorado, mermado, arrugado o mojado. La introducción de un boleto en esta ranura, deberá ser detectada por un dispositivo electrónico del sistema.

— La canaleta de salida y platina de señalización estarán ubicadas a una distancia máxima de 50 cm adelante de la canaleta de entrada, de tal forma que el trayecto del boleto en el torniquete se realice en un lapso de tiempo igual o menor de un segundo. El acoplamiento entre la platina de señalización y el cofre del torniquete deberá protegerse con un empaque para evitar la entrada de polvo o particulas extrañas al sistema de arrastre del boleto, teniéndose además un acoplamiento a presión entre ambos.

e) Las alarmas de atascamiento, relectura y maculación, podrán ser consultadas por el personal de mantenimiento observando el código de fallas en el indicador de diagnóstico del torniquete o directamente en la terminal de operación.

El indicador de diagnóstico estará compuesto de dos dígitos luminosos respetándose las distancias mínimas de visibilidad y su instalación quedará condicionada a la aprobación del Representante.

f) Al frente del torniquete de entrada se tendrá un pictograma que indicará el estado de éste, con las siguientes indicaciones:

— Flecha verde "EN SERVICIO".

— Círculo rojo atravesado por una línea blanca "FUERA DE SERVICIO", como indicación de bloqueo del aparato.

En la parte trasera de este cofre una placa indicará al público lo siguiente:

— "NO PASE". El formato y el material de la placa serán proporcionados por el fabricante para la aprobación del Representante.

Todas las señales del pictograma serán luminosas y al igual que la placa de "NO PASE" deberán ser de dimensiones tales que puedan apreciarse claramente por el usuario, a una distancia de 20 metros.

g) El trípode, los brazos y el cono sobre el cual se montan éstos, serán de acero inoxidable austenítico de acuerdo a la calidad que presentan los conjuntos que de este tipo están instalados en los torniquetes de entrada y salida de la red actual. Las características de confiabilidad, disponibilidad y mantenimiento del mecanismo asociado al trípode se darán considerando que las afluencias promedio que se manejan en las estaciones cargadas son de 12 000 usuarios/equipo/día en un periodo de explotación de 20 horas/día; el Representante aprobará o demandará las modificaciones que considere necesarias para la aceptación de este mecanismo.

— El sistema de frenado deberá ser inerte a las variaciones ambientales.

— El mecanismo no deberá oscilar sobre su punto de equilibrio después de una rotación de 120°; tampoco realizará en ningún caso giros adicionales a la inercia del trípode.

h) La platina de control, situada en la parte frontal del torniquete, deberá contener los conmutadores de control de sentido de operación del trípode, los disyuntores de protección rearmables, una toma de servicio, el cronómetro para totalizar el tiempo de operación sin avería y el indicador testigo de equipo alimentado.

i) Los contadores numéricos de entradas y salidas indicarán la cantidad de pases recibidos (por el lector, caso del torniquete de entrada) y deberán ser del tipo electromecánico fabricados por una marca de prestigio internacional; su alimentación será de 24 VCC.

j) Todos los conductores para conexiones eléctricas y electrónicas en el interior del torniquete deberán ser responsabilidad del fabricante, pudiendo ser a título indicativo, cables estañados con aislamiento para 600 V, hecho de Teflón u otro material no flamable que no reste la flexibilidad al cable.

k) Cada cofre será provisto de una terminal para su conexión a tierra.

l) Se deberá contar con un contacto eléctrico alimentado a 110 VCA, 60 Hz, para ser utilizado por el personal de mantenimiento.

m) Las piezas susceptibles de corrosión deberán protegerse con tratamientos de superficie apropiados (cadminizado, anodizado, cromado, etc.).

Las piezas sometidas a uso rudo o a fricciones excesivas, serán fabricadas con materiales especiales o serán tratados térmicamente en su superficie, según lo indique el proyecto.

n) Las piezas que por sus características de funcionamiento sean susceptibles a desgaste que implique su reposición frecuente, deberán ser fácilmente accesibles. Las piezas de este tipo se tolerarán en los casos estrictamente indispensables, debiendo el fabricante advertir la existencia de éstas y su justificación.

o) El sistema deberá funcionar bajo las siguientes condiciones de operación:

— Voltaje de alimentación:	220 VCA ± 10% con interruptor individual en cada torniquete
— Frecuencia de alimentación:	60 Hz ± 5%.
— Velocidad aproximada de avance del boleto:	517.5 mm/s
— Capacidad de operación del torniquete:	30 operaciones por minuto
— Alimentación de baterías para el sistema electrónico:	Con autonomía de 72 horas

El proveedor garantizará una autonomía de operación sin mantenimiento preventivo definida por éste y aprobada por el Representante, así como la intercambiabilidad sin excepción de las piezas mecánicas, metálicas, eléctricas y electrónicas entre los torniquetes.

La rigidez dieléctrica entre los circuitos eléctricos y la masa eléctrica del chasis deberá ser tal que pueda soportar durante un minuto 1000 VCA sin daños.

El aislamiento medido bajo una tensión nominal de 500 VCC entre el conjunto de bornes de alimentación y la masa física deberá ser como mínimo de 10 megaohms.

p) Todos los textos e inscripciones dentro y fuera del torniquete, deberán ser en español y en los términos que se establezcan en estas especificaciones.

q) Boleto. Deberá cumplir con los requisitos establecidos por las especificaciones o normas correspondientes, de acuerdo al tipo de boleto definido por proyecto y dependiendo del material en que esté hecho. De manera general cumplirán con las siguientes especificaciones: Especificación técnica T 11 RATP para el suministro de cartón para boletos con pista magnética, especificaciones técnicas T 14 A y B RATP para la fabricación y suministro de boletos en material plástico y especificaciones técnicas T 15 A y B RATP para el suministro de cupones mensuales con pista magnética. Además y de manera particular cumplirán lo siguiente:

— Las dimensiones de los boletos de cualquier tipo y soporte serán las siguientes:

Largo:	55 mm $^{+\ 1}_{-\ 0.5}$
Ancho:	31 mm ± 0.1
Espesor:	0.27 mm ± 0.02
Ancho de la pista magnética:	5.00 mm $^{+\ 0.25}_{-\ 0}$
Centrado de la pista:	La diferencia máxima entre el eje del boleto y el eje de la pista será de 0.5 mm
Centrado longitudinal de la grabación:	0 ± 2 mm
Densidad:	1.4 bits/mm

— Características de la tinta y pista magnéticas:

Tinta magnética

— epBr (10^{-10} mT):	6500 $^{+\ 1600}_{-\ 1000}$
— Br/Bs:	≥ 0.70
— Hc (A/m):	20 000 ± 1000

Pista magnética. Será de acuerdo a lo indicado en la especificación técnica T 20 RATP relativa a las características de la pista magnética en boletos de transporte, en lo que corresponda para una pista de 5 mm. Adicionalmente y de manera particular cumplirá lo siguiente: Una señal grabada a saturación sobre un boleto, producirá en las terminales de una cabeza de lectura una tensión eléctrica con un valor medio de amplitud igual a 33 mV + 8, − 5 valor pico. Las condiciones para realizar esta medición son las siguientes:

— Densidad máxima de grabación:	2.5 bits/mm

— Velocidad lineal de la pista: 0.6125 m/s

— Fuerza mínima de aplicación de la cabeza de lectura sobre la pista: 0.300 daN

— Entrehierro eficaz de la cabeza de lectura: 62 μm

— Rendimiento magnético de la cabeza de lectura: 0.5

— Impedancia de carga de la cabeza de lectura: 10 kΩ

Además, la tasa de modulación de la pista no debe ser mayor de 20 por ciento.

Las características de las cabezas magnéticas están dadas por las especificaciones técnicas P1D y P2D de la RATP citadas en las referencias.

— Características de grabación magnética:

Grabación: La grabación de los mensajes será:

— A todo lo ancho de la pista.

— A saturación.

— Monopista split-phase.

Las transiciones de polaridad deberán ser perpendiculares al eje longitudinal de la pista con una tolerancia de $\pm$ 1° (un grado).

Composición del mensaje. Será de acuerdo a lo indicado por proyecto.

— Codificación de boletos. Será de acuerdo a lo indicado en proyecto; sin embargo, el proveedor deberá respetar y adaptarse al número de bits y a las informaciones definidas en esta Especificación. Toda codificación desarrollada por el proveedor será presentada al Representante y estará sujeta a su aprobación y/o modificación.

— Tratamiento del boleto. Los programas para el tratamiento de los boletos serán desarrollados de tal manera que permitan en el caso de los boletos temporales, la grabación en fábrica del periodo de validez o por el lector, en este caso después de la primera utilización. Estos programas serán presentados al Representante quien los aprobará o demandará las modificaciones que considere convenientes. Además, se deberá prever el emplazamiento de las memorias para el tratamiento de todos los tipos de boletos previstos a futuro.

— Características de los boletos temporales. El proveedor tomará en cuenta que el nivel de la señal obtenido en los boletos temporales se debilita después de un determinado número de pases.

2. Diapasones y puertas de cortesía

Atendiendo al tipo de materiales utilizados en su fabricación, deberán cumplir con los requisitos establecidos por las especificaciones o normas correspondientes referidas en 005.B; en cuanto a su construcción ésta será de acuerdo a lo indicado por proyecto. Además, deberá considerarse lo siguiente:

a) Los diapasones serán construidos de lámina de acero inoxidable tipo 304 acabado 2B (según la norma ASTM A-240), embonada a una base de lámina negra. Todas las uniones por soldadura deberán ser esmeriladas.

b) Las puertas de cortesía serán construidas con lámina de acero inoxidable calibre 20, tipo 304, acabado 2B; todas las uniones serán con soldadura debiendo quedar ocultas.

3. Terminal de operación

a) Será diseñada para realizar las siguientes funciones:

— En los lectores:

Identificar los torniquetes de entrada por acceso, por línea de control y por estación, además de controlar hasta cuatro líneas de lectores cada una con un máximo de 16 equipos.

Generar la fecha (año, mes, día), la hora (hora y minuto) y servir como reloj maestro. La variación de la base de tiempo no deberá ser mayor de $\pm$ 3 segundos al día.

Almacenar los parámetros necesarios para la validación de los boletos por tipo y tarifa y enviarlos a los lectores.

Controlar la fecha a partir de la cual los diferentes tipos de boletos serán aceptados o rechazados.

Direccionar un grupo de lectores para que exclusivamente éstos acepten ciertos tipos de boletos.

Contabilizar todos y cada uno de los boletos tratados por los lectores. Esta información será para el conjunto de lectores por estación y para cada uno de ellos.

— Estadísticas:

Demandar y adquirir datos estadísticos.

Visualizar las estadísticas deseadas.

Las estadísticas regulares a considerar son las siguientes:

Número de pases por tipo de boleto, por torniquete de entrada y por estación.

Tipos de boletos por día y por semana.

Número y tipo de falla por equipo.

El equipo tendrá la capacidad para emitir estas estadísticas señalando fecha a partir

de la cual se recopiló la información y la estación donde se obtuvo.

— Vigilancia de fallas:

Señalizar fallas y bloqueo de lectores.

Señalizar fallas de teletransmisión.

Señalizar errores de manipulación sobre la terminal de operación.

Señalizar fallas en las baterías de socorro.

b) Deberá contar con un probador de boletos integrado, el cual tendrá como objetivo el mostrar la información contenida en los boletos. Su construcción será tal que opere en la siguiente forma:

— Leerá el mensaje del boleto con la simple introducción del mismo.

— Una rutina para personal de operación. En esta rutina el probador interpretará la información contenida en el boleto a través del visualizador alfanumérico de la terminal de operación.

— Rutina para personal de mantenimiento. En esta rutina el probador de boletos mostrará la información contenida en los boletos bit a bit.

Esta visualización sólo será posible por medio de un conmutador accionado por llave e independiente del conmutador para cambio de parámetros e inicialización de la terminal.

c) Además de la visualización de estadísticas y fallas, la terminal de operación estará diseñada para conectar a ella ya sea una impresora, una grabadora de cinta o un equipo de gestión centralizada.

d) La terminal de operación permitirá caracterizar una estación y su número de líneas de control. Asimismo, asignará un número a cada lector de la estación.

e) El acceso al interior de la terminal deberá ser por medio de cerradura con llave.

f) El enlace (teletransmisión) entre los lectores y la terminal de operación será por medio de cuatro interfaces con una línea de emisión y recepción de acuerdo a la norma RS 422 (incluyendo V 24) o equivalente con 16 cargas posibles.

g) El cable utilizado para la teletransmisión cumplirá lo establecido en la especificación 4.02.01.003.C.01 "Conductores para redes electrónicas".

h) El sistema deberá funcionar bajo las siguien-

— Voltaje de alimentación: 220/110 VCA ± 10%

— Frecuencia de alimentación: 60 Hz ± 5%

— Carga máxima: 350 W

— Consumo estimado: 400 mA máximo

i) En caso de corte de alimentación normal el equipo de la terminal de operación deberá seguir funcionando por un periodo mínimo de 72 horas.

4. Botón de desbloqueo

Las características del botón de desbloqueo serán las que se indiquen en proyecto y deberá ser diseñado para ser compatible con el sistema utilizado propuesto en la presente Especificación.

005.C.01 MUESTREO Y PRUEBAS

1. De los materiales. Se realizarán de acuerdo a las normas correspondientes referidas en 005.B de esta Especificación.

2. Del equipo para los torniquetes y terminal de operación. El proveedor será responsable del desarrollo de un plan de pruebas en fábrica y en sitio, las cuales deberán asegurar el cumplimiento de las condiciones funcionales y técnicas requeridas en estas especificaciones además de las que considere necesarigs. Los cuadernos de pruebas serán sometidos a la revisión y aprobación del Representante y contemplarán los siguientes tipos.

a) Pruebas a prototipos. Estas serán aplicadas a la primera unidad de una serie o prototipo del sistema con el propósito de verificar que el diseño del equipo cumpla todos los requerimientos funcionales y técnicos; su desarrollo se hará bajo condiciones extremas de operación.

b) Pruebas a programas. Todo material de informática será entregado con programas y equipos de prueba para aprobación por parte del Representante. Estas pruebas permitirán controlar o verificar el buen funcionamiento del sistema.

c) Pruebas de control de calidad. Estas serán aplicadas al producto terminado con el propósito de verificar que las especificaciones funcionales y técnicas sean cumplidas por los equipos. Los niveles de aceptación y rechazo (AQL) y los criterios de control de calidad propuestos por el proveedor serán sometidos a la aprobación del Representante.

d) Pruebas al sistema. Estas pruebas serán desarrolladas para verificar la funcionalidad de los equipos tomados como sistema.

e) Pruebas de recepción provisional. Estas pruebas serán desarrolladas después de la instalación de los equipos en sitio. A la recepción provisional se entregarán los cuadernos y bancos de pruebas necesarios para que con simulación de las condiciones de operación, pueda determinarse el buen funcionamiento de cada una de las cartas.

f) Antes de iniciarse la producción en serie de los módulos integrantes del torniquete (como son cofre, mecanismo del trípode, cartas electrónicas, arneses, conectores, etc.), así como los diversos elementos que conforman la terminal de

operación, cada uno de ellos deberá ser sometido a la aprobación del Representante, así como también los procedimientos que se establezcan para el control de calidad por parte del proveedor.

005.C.02 EMPAQUE Y TRANSPORTE

El transporte de los suministros estará a cargo del Representante, del puerto de embarque a sus almacenes. El embalaje estará a cargo del proveedor y deberá adaptarse al contenido, modo de transporte y almacenaje prolongado. Lo anterior de acuerdo a las normas vigentes. Estas normas serán presentadas al Representante. De los almacenes de éste al lugar de instalación el transporte estará a cargo del proveedor.

005.C.03 CAPACITACION

Se deberá entregar un plan de capacitación al personal técnico de mantenimiento. Esta capacitación deberá cubrirse en un periodo de 150 horas. Sin embargo, si el proveedor considera otra duración, deberá proponerlo al Representante. Esta capacitación se efectuará antes de la puesta en servicio de los equipos correspondientes.

005.C.04 REFACCIONES

El lote de refacciones a considerar para el mantenimiento de los equipos será el equivalente a un 3 por ciento del total de los suministros. Este lote se entregará a la puesta en servicio. El proveedor además preverá un lote adicional para ser utilizado durante el periodo de garantía.

El proveedor deberá garantizar el suministro de refacciones y partes por un periodo mínimo de 10 años. La lista de refacciones a considerar para el mantenimiento de los equipos y el periodo de garantía será definida de común acuerdo entre el proveedor y el Representante.

Todos los componentes de consumo no estarán sujetos al periodo de garantía establecido; sin embargo, éstos como cualquier otro componente que se cambie, deberán ser siempre de las mismas características y serie. Los sustitutos serán sometidos a la aprobación del Representante.

005.C.05 ALCANCES

De una manera general, los alcances abarcan todo lo que se requiere para la puesta en servicio de las *instalaciones de los elementos que integran el sistema* de peaje automático, así como las instalaciones comunes en particular:

— Los estudios.

— La fabricación.

— Los suministros.

— El montaje.

— Los bancos de pruebas para el mantenimiento.

— Las pruebas.

— La puesta en servicio.

— La asistencia al mantenimiento.

— La capacitación.

Abarca, así mismo, el cumplimiento de la garantía, asistencia al mantenimiento, documentación, herramienta y las refacciones.

No incluye, de una manera general y a reserva de las derogaciones precisadas en el desarrollo de la especificación, las canalizaciones ni la construcción del arreglo de obra secundaria (acabados). En cambio, las obras anexas e imprevistas necesarias para el montaje están comprendidas en los alcances (piezas de fijación, perforación de huecos, resanes de mampostería, etc.).

005.C.06 GARANTIA

El proveedor deberá proporcionar un año de garantía como mínimo, el cual se iniciará a partir de la recepción provisional. Las refacciones que se utilizarán durante este periodo de garantía serán independientes del lote entregado al Representante a la puesta en servicio.

005.C.07 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse serán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante la impunidad total contra cualquier reclamación referente a esto.

CAPITULO 5. 02. 04. 001

SUBESTACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA

001.A DESCRIPCION

La subestación de alumbrado y fuerza es un conjunto formado por equipo y material eléctrico, cuya función es modificar la tensión de alimentación del servicio, en la forma que se requiera para satisfacer la demanda de energía eléctrica de las instalaciones de alumbrado y fuerza del Metro de la Ciudad de México. Considerando que las subestaciones en las estaciones se ubican al lado de cada una de las vías, se denominan respectivamente subestación de vía uno o subestación de vía dos; estas subestaciones, al igual que las de talleres y edificios, serán del tipo interior blindado, apropiadas para ser alimentadas en sistema de anillo primario selectivo y para trabajar a un voltaje nominal de 23 kV $\pm$ 10% a 60 Hz $\pm$ 2%, en sistema trifásico. La ubicación y características particulares de cada caso, estarán de acuerdo a lo que indica el proyecto. En forma general los conceptos que integran una subestación son:

— Gabinetes autosoportados.

— Desconectadores, con y sin carga.

— Cuchillas de puesta a tierra.

— Protecciones del transformador.

— Transformador.

— Dispositivos de medición.

1. Gabinetes

Las subestaciones estarán constituidas por secciones apoyadas convenientemente en estructuras metálicas, rígidas y autosoportadas denominadas gabinetes, apropiadas para alojar los siguientes equipos:

— Desconectadores en aire, operación con carga.

— Desconectador con fusibles para protección del transformador.

— Interruptor termomagnético o electromagnético.

— Transformador.

— Barra colectora y accesorios.

— Equipos de medición.

— Cuchillas.

— Cuchillas para conexión a tierra.

a) Cada sección de las subestaciones estará provista de dispositivos para su izado, adecuados para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación; además, tendrán una puerta frontal embisagrada, adecuada para el montaje de instrumentos y dispositivos de control. Cada puerta deberá tener una manija, chapa, bloqueos mecánicos y/o eléctricos para prevenir el acceso a personal no autorizado a los compartimientos energizados. El cuerpo de cada sección estará construido con láminas de acero calibre 12 USG. Las cubiertas, barreras y puertas se fabricarán con lámina calibre 14 USG, como mínimo. El diseño de las secciones tendrá como limitación la altura máxima indicada por el proyecto. La preparación de las superficies y de la pintura tendrá un tratamiento bonderizado, una capa de anticorrosivo (primer) y dos capas de esmalte color gris claro. Cada sección llevará placas de identificación de material apropiado, con letras negras sobre fondo blanco; estas placas estarán fijadas por medio de remaches o cualquier otro medio equivalente.

b) En cada posición de los desconectadores se proporcionarán dispositivos de desconexión primaria y secundaria, así como bloqueos mecánicos con el objeto de asegurar una secuencia adecuada y una operación segura. La estructura estacionaria estará provista de barreras de seguridad, para prevenir contactos accidentales con partes vivas cuando el equipo esté en la posición desconectado o fuera del cubículo

c) Para su ventilación, cada sección de la subestación llevará en su parte inferior posterior, persianas adecuadas cubiertas con malla de alambre construidas con material anticorrosivo y con una abertura máxima de 3 mm para evitar la entrada de materias extrañas y roedores. Las persianas de ventilación deberán colocarse adecuadamente para evitar el ingreso de agua por goteo o salpicaduras.

d) Los cubículos para los equipos tendrán previsiones para permitir la entrada de cables por su parte inferior y se suministrarán soportes de fibra de vidrio o resina epóxica para los cables en el interior del tablero. La entrada de cables en las diferentes secciones y la localización de mufas y soportes, será de tal modo que se requiera el mínimo de curvatura del cable desde la entrada al tablero hasta la terminal. El radio de curvatura del cable en ningún caso será menor de 12 veces el diámetro del cable. La canalización se hará en trincheras de 40 cm de profundidad.

e) Las barras colectoras principales y sus derivados serán de cobre de alta conductividad, con las dimensiones adecuadas para conducir continuamente la corriente nominal de los transformadores sin excederse de la temperatura permitida, además de tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar una corriente igual o mayor a la de cortocircuito. Todas las conexiones a las barras colectoras, incluyendo las derivaciones, contarán con una capa de plata; éstas se atornillarán con no menos de dos tornillos de alta resistencia mecánica, anticorrosivos, galvánicamente compatibles y con un diámetro no menor de 13 milímetros.

Las barras colectoras estarán soportadas con aisladores de porcelana o resina epóxica de alta rigidez dieléctrica, con una resistencia mecánica adecuada para soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito. Todas las partes conductoras de tensión serán aisladas con material preformado a base de fibra de vidrio y resina epóxica, con excepción de las terminales. El arreglo de las barras colectoras trifásicas y conductores primarios, contando del frente hacia atrás, arriba hacia abajo e izquierda a derecha, corresponderá a las fases A, B y C respectivamente y se indicará la identificación de fases con pintura u otro medio equivalente. A todo lo largo de la subestación se encontrará instalada una barra colectora de tierra con la capacidad requerida por el proyecto. Todos los cubículos, así como las partes correspondientes a los interruptores y desconectadores estarán conectados a tierra.

f) Los cables de alta tensión utilizados serán monofásicos, con aislamiento de tipo seco para 23 kV con 100 por ciento de nivel de aislamiento; los de baja tensión serán monofásicos con aislamiento para 600 V, tipo deslizante y resistente al fuego. Todo el cableado de control realizado por el fabricante se hará con conductores tipo cable, con conexión a tablillas terminales claramente identificadas.

2. Desconectadores

Serán de operación manual en grupo para abrir con carga. Tendrán una luz neón por fase para indicar la presencia de tensión, así como las siguientes características de operación:

— Tensión nominal: 23 kV.

— Tensión de aislamiento: 25 kV.

— Corriente momentánea máxima: 14 000 A.

— Corriente nominal: 400 A.

— No. de fases: 3.

— Capacidad interruptiva: 1000 MVA.

3. Cuchillas de puesta a tierra

Serán trifásicas de operación en grupo, con interbloqueo entre el seccionador principal asociado, para evitar que estén cerradas al mismo tiempo

4. Protecciones del transformador

La protección del transformador en el lado de alta tensión, se realizará por medio de un desconectador en aire de operación manual con carga y fusibles, equipado con dispositivo de protección contra operación monofásica con las siguientes características de operación:

— Tensión nominal: 23 kV.

— Corriente nominal: 400 A.

— Capacidad interruptiva: 100 MVA.

En el lado de baja tensión o secundaria, se protegerá al transformador con un interruptor termomagnético o electromagnético con las siguientes características:

— Equipado con cámaras de arqueo individuales y contactos de aleación de tungsteno y plata.

— Mecanismo de operación de disparo libre, cierre y apertura rápida; la unidad de disparo será intercambiable.

— La protección de cortocircuito se hará por medio de disparo magnético ajustable en dos posiciones.

5. Transformador

Será trifásico, de distribución o potencia, para servicio interior, con aislamiento de silicón o equivalente que no tenga riesgo de explosión o de propagar un incendio, conexión delta-estrella, primario 23 kV, secundario 220 - 127 V, 60 Hz, con cambiador de derivaciones y accesorios (dispositivos de anclaje, cerradura de seguridad, base con ruedas orientables, etc.).

6. Dispositivos de medición

La parte de baja tensión será equipada con un voltímetro y un amperímetro con escalas adecuadas para la capacidad del transformador, ambos localizados en la parte superior de la sección del interruptor principal de baja tensión y estarán equipados con selectores de fase apropiados para hacer lecturas en tres fases. Estos instrumentos de medición serán apropiados para montaje en tablero, con el 2 por ciento de precisión y protegidos con fusibles limitadores de corriente.

001.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cajas, gabinetes y centros de carga	DDF 5.60
Interruptores y estaciones de botones	DDF 5.62
Sistema de tierra	DDF 5.64
Transformadores para alumbrado, fuerza y ventilación, y para tracción	5.02.04.008 y 013

CONCEPTO	REFERENCIA
Corta circuitos fusibles de distribución para tensiones mayores de 600 V	NOM J-144
Determinación de las características de aisladores de porcelana, para energía eléctrica	NOM J-202
Eslabones fusibles tipo universal para tensiones mayores de 600 V	NOM J-227
Instrumentos de medición para magnitudes eléctricas	NOM J-320
Desconectadores eléctricos en aire, de operación con carga en alta tensión para servicio interior y exterior	NOM J-323
Cuchillas desconectadoras en aire de operación sin carga en alta tensión para servicio interior y exterior	NOM J-356

001.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los componentes de las subestaciones de alumbrado y fuerza, objeto de esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos de calidad que le sean aplicables, según la descripción indicada en 001.A y de acuerdo a lo siguiente:

1. Los gabinetes autosoportados, deberán cumplir con lo establecido en las referencias.

2. Los desconectadores en aire, en alta tensión, deberán cumplir con lo siguiente:

   — Para los de operación con carga, con lo establecido en la norma NOM J-323.

   — Para los de operación sin carga, con lo establecido en la norma NOM J-356.

3. Las cuchillas desconectadoras de puesta a tierra, deberán cumplir con lo establecido en la norma NOM J-323.

4. Las protecciones del transformador del lado de alta y baja tensión, deberán cumplir con lo siguiente:

   — Los desconectadores con fusibles, del lado de alta tensión deberán cumplir con lo establecido en las referencias.

   — Los interruptores termomagnéticos del lado de baja tensión deberán cumplir con lo establecido en las referencias.

5. Los transformadores deberán cumplir con lo siguiente:

   — Los transformadores de potencia deberán cumplir con lo establecido en 5.02.04.008, de estas especificaciones.

   — Los transformadores de distribución deberán cumplir con lo establecido en 5.02.04.013, de estas especificaciones.

6. Los dispositivos de medición, deberán cumplir con lo establecido en la norma NOM J-320.

7. Los componentes que se suministren deberán ser intercambiables entre sí con equipos similares, sin que se requieran modificaciones previas, salvo trabajos menores de ajuste, como nivelaciones o alineamientos.

Las cuchillas desconectadoras deberán incluir como mínimo en la placa de datos, la siguiente información:

— Nombre del fabricante.

— Número de catálogo o tipo.

— Tensión nominal (Vn o Un).

— Corriente nominal (In).

— Corriente momentánea o de corta duración (I_{mom} o $I_{1\,seg}$).

— Tensión de impulso (nivel básico de aislamiento al impulso) NBI (BIL).

— Número de serie.

— Registro SC-DGE.

Las subestaciones deberán manejarse por secciones y al igual que todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las mejores prácticas comerciales. Cualquier daño imputable al empaque defectuoso o inadecuado deberá ser corregido por el proveedor cuando se le requiera; así también deberá proporcionar todos los instructivos y planos para el ensamble, pruebas y puesta en servicio.

Los componentes que se suministren deberán ser intercambiables entre sí con equipos similares, sin que se requieran modificaciones previas, salvo trabajos menores de ajuste, nivelación y alineación.

El proveedor deberá suministrar una lista de repuestos para dos años de operación.

001.C.01 PRUEBAS

Para la aceptación de las subestaciones se deberán efectuar las siguientes verificaciones:

1. Dimensiones de los gabinetes y sus accesorios.

2. Estado mecánico del conjunto de los equipos, placas de identificación sinóptico y pintura.

3. Identificación de los alambrados de automaticidad, interfaces y relevadores.

4. Conformidad de los circuitos con los planos.

5. Instalación y funcionamiento de las lámparas de presencia de tensión.

6. Conformidad del cableado, así como la marcación de los circuitos de acuerdo con los planos (color, numeración).

7. Sección de los conductores, juego de barras, cables e hilos.

8. Apriete de los tornillos, tuercas y conexiones de alta y baja tensión.

9. Limpieza de los equipos, aisladores y ausencia de cuerpos extraños sobre todas las partes con tensión o algunas de ellas que puedan provocar averías.

10. Estado mecánico de los aparatos y accesorios.

11. Identificación de las fases con cifras, letras y colores.

12. Aislamiento entre fases y tierra.

001.C.02 GARANTIA

El proveedor garantizará que los equipos y materiales suministrados sean de primera calidad, libres de fallas de diseño, equipo, operación o materiales y del tamaño y características indicadas por el proyecto.

Cualquier defecto de diseño, material, equipo o mano de obra deberá corregirlo el proveedor, efectuando el cambio de componentes defectuosos, sin cargo alguno. La garantía deberá tener una vigencia de dos años, a partir de la fecha de entrega del equipo o un año, a partir de la puesta en servicio.

001.C.03 CERTIFICACION DE PRUEBAS, INSTRUCTIVOS DE OPERACION, CAPACITACION, MANTENIMIENTO Y PLANOS

1. El proveedor deberá entregar, antes del embarque del equipo, los certificados de prueba de rutina y las especiales que se soliciten.

2. El proveedor deberá entregar dos juegos de planos, maduros, legibles, reproducibles y una copia heliográfica de cada uno de ellos para cada subestación, asi como un juego de instructivos de operación y mantenimiento en original y copia, en español, por cada una de las subestaciones que se soliciten. Los planos deberán estar debidamente autorizados por la directiva del proyecto.

   También se deberán entregar los juegos originales de los catálogos de partes del equipo que ampara esta Especificación.

3. El proveedor se obligará a impartir un curso de capacitación sobre operación y mantenimiento de las subestaciones y el equipo que se suministre.

   El curso de capacitación deberá ser lo suficientemente amplio y preparado para cubrir las funciones para los cuales se instituyó. El programa y temario deberá ser previamente discutido, analizado y aprobado, debiéndose presentar por escrito el desarrollo del mismo. Esta actividad no involucrará ningún gasto adicional al monto total del pedido.

CAPITULO 5. 02. 04. 002

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

002.A DESCRIPCION

Es un conjunto formado por unidades de iluminación conectadas a tableros de emergencia alimentados en corriente directa. La energía de alimentación proviene de fuentes de emergencia, básicamente formadas por bancos y cargadores de baterías. Este sistema entra automáticamente en operación, cuando se interrumpe el suministro de corriente alterna en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y deja de operar automáticamente cuando se reanuda el servicio de corriente alterna.

002.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Unidades de iluminación	DDF 5.57
Cargador y banco de baterías	5.02.04.009

CAPITULO 5. 02. 04. 003

TABLEROS DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

003.A DESCRIPCION

Es el conjunto de elementos o dispositivos eléctricos que permite efectuar la transferencia de energía en forma automática de un sistema a otro o bien entre alimentadores. En forma general este tablero de transferencia automática está integrado por las siguientes partes:

— Gabinetes autosoportados.

— Equipos de transferencia.

— Sistema de control.

003.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Interruptores y estaciones de botones	DDF 5.60
Tableros de control automático	5.02.04.004
Tableros de distribución principal y secundaria en baja tensión	5.02.04.006

003.C REQUISITOS DE CALIDAD

003.C.01 DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA

1. El equipo de transferencia automática operará en un sistema de tres fases, cuatro hilos, 240 VCA, 60 Hz, sin unidades de disparo térmico ni magnético.

   La transferencia estará formada por dos interruptores en aire en caja moldeada por un mecanismo común.

2. El mecanismo se accionará manual o electrónicamente, por medio de un motor universal a través de un tren de engranes a una barra maestra de accionamiento común.

3. Por la posición de los dos interruptores termomagnéticos con respecto al mecanismo, la barra de accionamiento servirá además, como un interlock mecánico efectivo, evitando que ambos interruptores puedan permanecer cerrados al mismo tiempo.

4. Para separar eléctricamente cada polo, cada interruptor tendrá por construcción barreras aislantes colocadas entre éstos, eliminando así la posibilidad de arcos eléctricos entre fases.

5. Para evitar que los contactos se suelten durante un cortocircuito, los interruptores tendrán protección magnética con mecanismo de operación (apertura) de disparo libre, cierre y apertura rápida, con unidad de disparo compensada con temperatura ambiente, aun cuando el mecanismo de transferencia mantenga la palanca en posición "cerrado".

003.C.02 DEL CONTROL

1. Relevador sensitivo del voltaje. Los circuitos electrónicos de estos relevadores estarán construidos a base de componentes en estado sólido. El detector electrónico de estos relevadores estará debidamente protegido para resistir los transitorios originados en la conexión y desconexión del equipo de distribución.

2. Los relevadores sensitivos de voltaje detectarán continuamente el voltaje del sistema, operando en forma instantánea ante cualquier variación de ajuste fuera de operación.

3. El relevador sensitivo que detectará en forma continua la tensión en la línea de alimentación "normal" será trifásico y se ajustará en fábrica para que inicie la operación de transferencia cuando la tensión en dicha línea disminuya un 20 por ciento de su valor.

4. El relevador sensitivo de la línea de alimentación de "Emergencia" será monofásico, calibrado al 90 por ciento de la tensión nominal.

5. Controladores de tiempo (Timers). Serán seleccionados considerando los siguientes factores: diseño, operación, ajuste de tiempo, terminales de conexión, capacidad de ruptura de los contactos, exactitud repetitiva, operación en un amplio margen de temperaturas y tiempo, vida mecánica y eléctrica esperada.

6. Todos los dispositivos de protección de los elementos de control se encontrarán debidamente protegidos mediante elementos de protección de la calibración y capacidad interruptiva adecuada.

7. Transformadores de control. Dispositivos que estarán diseñados y construidos para suministrar un largo tiempo de servicio bajo condiciones de operación.

8. Los accesorios a considerar serán los siguientes:

   — Relevadores de tiempo de acción instantánea para asegurar la transferencia y retransferencia en un tiempo menor de 15 segundos, siendo lo deseable 300 milisegundos.

   — Selector de dos posiciones para cambio de preferencia normal - emergencia.

— Selector de dos posiciones manual - automático.

— Botón de prueba.

— Luces piloto y placas para indicar a qué fuente está conectada.

— Transformadores de corriente.

— Selector de amperímetro.

— Selector de voltímetro.

— Amperímetro.

— Voltímetro.

— Relevador trifásico de baja tensión para señal de alarma, por ausencia de la tensión en ambas alimentaciones.

003.C.03 DEL GABINETE

Será diseñado de dimensiones adecuadas para alojar la línea completa de accesorios disponibles y para cumplir con cualquier requisito de operación, de acuerdo a las necesidades del equipo a proteger.

1. Deberá estar provisto de dispositivos para levantamiento, adecuados para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación.

2. El cuerpo de los gabinetes deberá construirse con lámina de acero estirada en frío, calibre 12 USG.

3. El gabinete será de construcción "uso interior", del tipo autosoportado.

4. El gabinete estará equipado con puertas embisagradas y tapas desmontables, atornillables a la estructura.

5. La preparación de las superficies y la pintura deberán satisfacer las mejores prácticas comerciales.

003.C.04 DE LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y COMPONENTES

1. Se deberán cumplir los requisitos para este tipo, indicados en la especificación correspondiente de las referencias.

2. Para los elementos o dispositivos mencionados en esta Especificación cuyos requisitos de calidad no se definieron, deberán apegarse a lo que indique el proyecto.

3. Empaque y embarque. Los tableros y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las mejores prácticas comerciales; cualquier daño imputable o empaque defectuoso o inadecuado deberá ser corregido por el vendedor.

003.C.05 MUESTREO Y PRUEBAS

Se realizarán de acuerdo a las normas de referencia.

003.C.06 GARANTIA

El proveedor de los elementos garantizará que éstos se encuentren libres de defectos de diseño, fabricación y material, obligándose a reponer el o los lotes que no cumplan con lo especificado, sin cargo alguno.

CAPITULO 5. 02. 04. 004

TABLEROS DE CONTROL AUTOMATICO

004.A DESCRIPCION

El tablero de control automático es el conjunto de dispositivos eléctricos necesarios para realizar satisfactoriamente las funciones siguientes:

— Arrancar a tensión plena una o más bombas o motores.

— Proporcionar protección contra sobrecargas y cortocircuito.

— Controlar automáticamente las bombas o motores.

— Controlar manualmente las bombas o motores.

— Señalar mediante luces piloto el funcionamiento de cada bomba o motor.

— Proporcionar una señal de alarma.

De esta manera permite cumplir con las lógicas de control, de acuerdo a las necesidades de uno o más equipos de los que a continuación se mencionan:

— Equipo de bombeo programado.

— Equipo de bombeo para máquinas lavadoras.

— Equipo de protección contra incendio.

— Equipo para sistema de riego.

— Equipo de achique y cárcamos en general.

Estos tableros serán utilizados en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México y estarán formados básicamente por un tablero, interruptores termomagnéticos, arrancadores magnéticos, dispositivos de control y señalización, dispositivos de detección (electroniveles, detectores de humo y temperatura, etc.), tablillas terminales y alambrado y dispositivos de alarma.

Los tableros por el tipo de gabinete se clasifican en: ventilados y no ventilados.

004.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.02
Interruptores y estaciones de botones	4.02.01.002.H.02
Tableros eléctricos ensamblados en fábrica, de distribución y/o control en baja tensión (TEEF)	NOM J-118
Arrancadores a tensión plena para motores de corriente alterna de baja tensión	NOM J-290
Arrancadores de operación manual a tensión plena para motores de corriente alterna de baja tensión	NOM J-305
Interruptores selectores y lámparas indicadoras para aparatos de control industrial	NOM J-361

004.C REQUISITOS DE CALIDAD

004.C.01 REQUISITOS GENERALES

1. Los tableros de control estarán equipados con tablillas terminales con un 20 por ciento de reserva, apropiadas para interconexión con los dispositivos de control montados en campo y en el centro de control de motores.

2. Todo el cableado de control, incluyendo contactos no utilizados, será a tablillas terminales.

3. Todos los conductores deberán rematar en zapatas terminales tipo espada y deberán llevar marcas permanentes de identificación, de acuerdo a los diagramas de alambrado del fabricante.

4. Todo el cableado de control será a base de conductores de cobre de un calibre mínimo de 14 AWG, con aislamiento de PVC y deberá cumplir los requisitos indicados en 4.02.01.002.D.02 de estas especificaciones.

5. En el interior de la puerta del tablero deberá montarse en forma permanente una copia del diagrama de alambrado una vez aprobado; esta puerta tendrá las preparaciones necesarias para recibir luces piloto, manómetros, alarmas, etcétera.

6. Todos los dispositivos y circuitos de control deberán protegerse con fusibles de la capacidad adecuada.

7. Los tableros deberán ser apropiados para montaje sobrepuesto.

8. El tipo de gabinete, el calibre de la lámina, acabados y condiciones de servicio, serán definidos para el proyecto correspondiente.

9. Los tableros de control automático y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las

mejores prácticas comerciales. Cualquier daño imputable a empaque defectuoso o inadecuado deberá ser corregido por el proveedor.

10. Los dispositivos de detección serán del tipo y características que defina el proyecto.

Además, deberán cumplir lo indicado en las normas o especificaciones referidas en 004.B.

004.C.02 BASES DE ACEPTACION

Los tableros de control automático descritos anteriormente deberán cumplir en forma general con las caracteristicas de funcionamiento, operación y accesorios, descritos en la tabla 004-1, considerando lo que a continuación se indica:

1. Del equipo de bombeo programado

   a) El sistema de control para la operación automática del equipo de bombeo programado, deberá medir la demanda que se presente como respuesta al uso de los diferentes servicios del funcionamiento normal y operar las bombas de manera que pueda continuamente satisfacerlos.

   b) El sistema de bombeo consiste de dos bombas piloto y dos bombas principales, siendo las dos primeras de la mitad de capacidad de las segundas. Es importante señalar que el control deberá ser capaz de realizar operaciones de alternado y simultáneo, tanto para el equipo piloto como para el principal.

   c) Dado que los requerimientos en la demanda están íntimamente relacionados con la presión en la línea, el control deberá ser capaz de revisar esa presión mediante el uso de elementos sensores, tipo cápsula de mercurio con un intervalo de 196 a 588 kPa (2 — 6 kg/cm²), previamente calibrados.

      Al detectarse una baja presión en la red, los sensores de presión mandarán una señal al control para que arranque una de las bombas piloto. Esta señal contará con un sistema de retardo, de manera que no se arranquen bombas innecesariamente y que cuando se haga, sea porque verdaderamente las demandas en la red lo ameriten.

   d) El equipo de control además deberá ser capaz de regular el funcionamiento del equipo de inyección de aire al tanque (compresor), en función tanto de la presión como del nivel de líquido y mantener siempre la correcta relación agua - aire en el tanque.

   e) El tablero será capaz de proteger el funcionamiento en seco de los equipos cuando no exista el nivel de agua adecuado en la cisterna de abastecimiento, bloqueando el arranque de las bombas mientras dicho bajo nivel persista.

   f) Se incluirán en el tablero propuesto luces piloto rojas de "Bomba operando" y verdes de "Bomba fuera" para cada una de las unidades. Cada luz piloto llevará una placa metálica atornillada con la siguiente leyenda:

BOMBA NUM. 1	BOMBA NUM. 2
Operando - Fuera	Operando - Fuera

      Las luces indicadoras serán del tipo que se prueba al presionar el capuchón de vidrio con transformador para foco de 15 - 8 volts.

      Igualmente se integrará en la puerta del tablero, según proceda, un manómetro con la graduación en kg/cm² y el intervalo de operación de 0 - 686.5 kPa (0 - 7 kg/cm²).

   g) Los tableros incluirán un selector de contacto sostenido "manual - fuera - automático", para operar las bobinas de los arrancadores de las bombas. Los selectores serán del tipo a prueba de aceite.

   h) Los electrodos para detectar los niveles de agua en la cisterna deberán ser los apropiados para manejar agua limpia; la resistividad de los electroniveles será de 0-20 000 ohms.

   i) Los tableros incluirán un botón de contacto momentáneo para prueba de los equipos, es decir, los equipos podrán funcionar con el selector en la posición manual y el botón de prueba oprimido. Los botones de prueba serán del tipo a prueba de aceite.

2. Del control para equipo de máquina lavadora

   El sistema de control para el suministro de agua a la máquina lavadora de trenes deberá cumplir con las siguientes características:

   — Deberá arrancar las bombas a partir de una señal remota proveniente del taller de pequeña revisión, es decir, el funcionamiento de las bombas se hará únicamente a partir de una estación de botones "arrancar-parar", con luz piloto en la citada nave y un selector dentro-fuera.

   — El funcionamiento del equipo de bombeo contemplará únicamente la posibilidad de alternado de las unidades. No se considerará en este caso que sea necesario operar las dos bombas simultáneamente.

   — No se considerarán en este caso retardadores de tiempo para la señal de que se trate, arranque o paro.

3. Del control para equipo de protección contra incendio

   a) El propósito fundamental de este control será el arranque automático de un motor eléctrico o de un motor de combustión interna en su caso. La señal de arranque se dará como resultado de una baja de presión en la red contra incendio, sensada por un interruptor de presión tipo cápsula de mercurio. Este control se encargará de mandar una señal de arranque y paro a la unidad con motor eléctrico, razón por la cual

Tabla 004-1. Características, operación y accesorios de los equipos de control

	Equipo programado	Equipo máq. lavadora	Equipo eléctrico	PCI* Gasolina	Equipo riego	Equipo achique	Equipo cárcamos
Funcionamiento	Automático	Manual remoto	Automático	Automático	Automático	Automático	Automático
Operación alternada	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí
Operación simultánea	Sí	No	No	No	No	No	Sí
Protección por bajo nivel	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Retardo (arranque y paro)	Sí	No	Sí	No	No	No	No
Alarma visual y auditiva (baja presión)	No	No	Sí	No	No	No	No
Alarma visual y auditiva (sobrevelocidad)	No	No	No	Sí	No	No	No
Luces piloto	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Botones de prueba de contacto momentáneo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Interruptores selectores (manual-fuera-automático)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Manómetro integral	Sí	No	Sí	No	No	No	No
Estación de botones y luz piloto	No	Sí	No	No	No	No	No
Selector dentro-fuera	No	Sí	No	No	No	No	No
Alarma por nivel alto	No	No	No	No	No	Sí	Sí

PCI Protección contra incendio

tanto el alternado como el simultáneo no se consideran en este caso. Al igual que en el tablero de control para el equipo de bombeo programado, éste deberá contar con retardadores de tiempo, tanto para el arranque como para el paro de la bomba. Asimismo, el tablero contendrá un dispositivo de alarma visual y auditiva, desconectándose manualmente la auditiva y permaneciendo la visual mientras la presión no sea restablecida. Además de las funciones arriba mencionadas, se deberá cumplir con las referidas en los incisos 004.C.02(d a i).

b) El tablero para el arranque de la bomba de protección contra incendio con motor de gasolina, arrancará automáticamente la unidad al no haber energía eléctrica en el cuarto de máquinas y/o se hubiere registrado una baja de presión en la línea. El funcionamiento de la bomba con motor de gasolina se dará sólo en el caso de que por alguna razón la presión en la red siga descendiendo, lo que podrá ser debido a la descompostura de la unidad eléctrica o como se mencionó antes por la falta de fluido eléctrico, y sea por lo tanto necesaria su operación.

c) Este control deberá incluir un cargador de baterías de estado sólido y de capacidad adecuada, el cual provea regulación automática de la carga y una vez que la batería se encuentre completamente cargada se desconectará. Para la supervisión de la batería, el tablero deberá incluir un voltímetro y un amperímetro.

d) El tablero contará con una señal visual y alarma audible por falla del motor por baja presión de aceite o alta temperatura del agua de enfriamiento y la desconexión del propio motor en caso de sobrevelocidad.

e) Se incluirá un switch selector de tres posiciones "manual-fuera-automático" de contacto sostenido con botón de contacto momentáneo, para cuando el selector se encuentre en la posición automático, debiendo cumplirse con los incisos antes mencionados.

4. Del control para bomba de riego

El tablero de control para la bomba de riego deberá arrancar automáticamente la unidad cuando una baja presión en la red sea sensada por un interruptor de presión utilizado para tal efecto. Tanto el arranque como el paro de la unidad serán por presión; cuando ésta baje, arrancará la bomba y se parará al restablecerse la presión. Además, deberá tener las funciones indicadas en los párrafos 004.C.02(e a i).

5. Del control para bomba de achique

El control para la bomba de achique del cuarto de máquinas se reduce fundamentalmente al uso de un electronivel, el cual se encarga de arrancar y parar la bomba en función de los niveles predeterminados en el cárcamo de succión. Cuando el agua toque el electrodo alto, la bomba arrancará y se parará cuando se descubra el electrodo bajo. Se tendrá además en el tablero de control la señal de un tercer electrodo para alarma por nivel alto.

6. Del control para cárcamo de bombeo

a) El control de las bombas para cárcamos se reduce fundamentalmente al uso de los electroniveles, los cuales se encargan de arrancar y parar las bombas en función de los niveles del cárcamo de que se trate.

b) Los electroniveles para detectar el agua en los cárcamos deberán ser los apropiados para aguas negras, pluviales y jabonosas, según se requiera. Asimismo, se deberán satisfacer los incisos 004.C.02(c a i). Se conectará además, con un electrodo de señalización remota, para alarma por nivel alto.

c) Se deberá contar con selectores para operación manual en cada una de las bombas.

7. Todas las funciones del sistema de control automático de los equipos de bombeo serán realizadas mediante dispositivos de estado sólido, que actúen sobre las bobinas de los arrancadores localizados en el centro de control de motores.

8. Todos los dispositivos serán del tipo encapsulado, de tal manera que los circuitos electrónicos estén protegidos de la humedad y de vibraciones mecánicas.

9. El o los circuitos que se propongan deberán estar diseñados de tal manera que los electrodos que van a los cárcamos actúen al tocar el agua. La corriente eléctrica que circula por el agua deberá ser la mínima posible con una tensión inferior a 48 volts.

10. La capacidad de control automática deberá estar diseñada para cerrar circuitos de 10 A a 220 volts.

11. Todos los componentes que se suministren deberán ser intercambiables entre sí con equipos similares, sin que se requieran modificaciones previas, salvo trabajos menores de ajuste.

12. Todos los equipos de bombeo tendrán motores eléctricos de inducción, de tres fases, 220 V y 60 Hz, con protección individual a base de interruptores termomagnéticos.

CAPITULO 5. 02. 04. 005

TABLEROS DE ALTA TENSION

005.A DESCRIPCION

Tableros de alta tensión es el término genérico con que se designa al conjunto integrado por un gabinete metálico, total o parcialmente cerrado, que aloja dispositivos de interrupción de alta tensión (más de 1000 V) y el equipo de control, medición, protección y regulación asociado a ellos, así como los elementos necesarios para la interconexión y soporte de tales dispositivos y equipo.

Los tableros son de dos tipos: tablero blindado y tablero tipo cubículo.

Estos tableros serán utilizados en las subestaciones en sistemas de distribución de energía eléctrica de 23 kV, de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

005.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Cajas y gabinetes	DDF 5.60
Sistemas de tierra	DDF 5.64
Tableros de alta tensión	NOM J-68
Método de prueba para la determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes eléctricos	NOM J-120
Técnicas de prueba en alta tensión	NOM J-271
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

005.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los tableros deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma NOM J-68 y además con lo indicado a continuación:

1. Condiciones de servicio

   Los tableros deberán operar bajo las condiciones ambientales siguientes:

   — Servicio interior: NEMA 1

   — Temperatura ambiente máxima: 313 K (40°C)

   — Temperatura ambiente mínima: 269 K (−4°C)

   — Temperatura ambiente promedio: 291 K (18°C)

   — Presión barométrica: 585 mm de Hg

   — Humedad relativa: 30 %

   — Altitud: 2240 m s.n.m.

   — Aceleración máxima por sismo 0.15g

   Los tableros operarán en un sistema trifásico, con el neutro del transformador conectado sólidamente a tierra.

2. Construcción de tableros

   a) Los tableros deberán consistir de cubículos, soportados convenientemente en estructuras metálicas rígidas y autosoportadas, apropiadas para alojar los siguientes equipos:

— Interruptores termomagnéticos

— Equipo de transferencia automática

— Equipo de medición

   b) Los tableros deberán estar provistos de dispositivos para su izamiento, adecuados para soportar sin daños los esfuerzos producidos por embarque e instalación.

   c) El cuerpo de los tableros deberá construirse con lámina de acero calibre 12 USG y las cubiertas deberán fabricarse cuando menos con lámina calibre 14 USG.

   d) Los tableros deberán estar provistos para su ventilación con persianas cubiertas con tela de alambre anticorrosiva, con una abertura máxima de 3 mm para evitar la entrada de materiales extraños y roedores. Estas persianas serán instaladas de tal forma que cumplan con el objetivo indicado y de acuerdo al diseño del proveedor para una solución óptima. La solución propuesta debe ser aprobada por el Representante.

   e) Las persianas de ventilación deberán colocarse adecuadamente para evitar la entrada de agua por goteo o salpicaduras.

   f) Los cables de alimentación y derivados entrarán y saldrán por la parte superior e inferior de los tableros. La preparación en la parte superior deberá ser como mínimo de 50 x 20 cm, por medio de una tapa desmontable.

   g) El proveedor deberá suministrar soportes de fibra de vidrio o resina epóxica para los cables en el interior del tablero, o cualquier otro me-

dio de sujeción en las canalizaciones propias del tablero.

h) La entrada de cables y la localización de soportes será de tal modo que se requiera el mínimo de curvatura del cable, desde la entrada al tablero hasta la terminal. El radio de curvatura del cable en ningún caso deberá ser menor de 10 veces el diámetro del cable. Los cables llegarán por trincheras o por medio de charolas o utilizando la preparación de la parte superior.

i) Los buses principales y sus derivados deberán ser de cobre electrolítico, considerando una densidad de corriente de 800 A por pulgada cuadrada, para conducir continuamente la corriente nominal del transformador sin exceder el aumento de la temperatura permitida por las normas. Los buses y sus conexiones deberán tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar una corriente igual o mayor que la de cortocircuito.

j) Todas las conexiones a los buses, incluyendo las derivaciones, deberán tener una capa de plata que debe atornillarse con no menos de dos tornillos de alta resistencia mecánica, anticorrosivos, galvánicamente compatibles y con un diámetro no menor de 13 milímetros.

k) Los buses deberán soportarse con aisladores de porcelana o resina epóxica de alta rigidez dieléctrica y una resistencia mecánica adecuada para soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito.

l) El arreglo de los buses trifásicos y conductores primarios, contando del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, corresponderá a las fases A, B y C, respectivamente. Las barras deberán identificarse con pintura o cualquier otro medio equivalente. La nomenclatura anterior corresponde al tablero visto de frente.

m) A todo lo largo del tablero se instalará un bus de tierra con una capacidad no menor del 50 por ciento de la capacidad de los buses.

Cada una de las secciones del tablero deberá estar conectada sólidamente a la barra de tierra. Deberá existir además una barra de cobre electrolítico de igual capacidad a los buses como barra colectora de neutros. Las barras de neutros, al igual que las de tierra, deberán estar interconectadas entre sí.

n) El proveedor deberá suministrar todas las terminales para conexión de los cables de alimentación de acuerdo al diagrama unifilar propio del proyecto, incluyendo la conexión a la barra de neutros.

o) La preparación de las superficies y la pintura deberá satisfacer las mejores prácticas comerciales, debiendo obtenerse un tratamiento de bonderizado, una capa de anticorrosivo (primer) y dos capas de esmalte del color indicado en el proyecto.

p) Todo el cableado de control será con conductores tipo cable, aislamiento para 600 V, tipo DRF resistente al fuego.

q) Los tableros, instrumentos y accesorios de control deberán llevar placas de identificación, de un material apropiado, con letras negras sobre fondo blanco.

r) Las placas de identificación deberán fijarse por medio de remaches o cualquier otro medio equivalente.

3. Interruptores termomagnéticos

a) Los interruptores termomagnéticos estarán equipados con cámaras de arqueo individuales y contactos de aleación de tungsteno y plata.

b) Los interruptores termomagnéticos tendrán un mecanismo de operación de disparo libre, cierre y apertura rápida con unidad de disparo compensada por temperatura ambiente.

c) La protección de cortocircuito se hará por medio de disparo magnético ajustable con dos posiciones HI y LO.

d) Los interruptores tendrán una capacidad interruptiva simétrica de 18 000 A, para marcos de 100 A y de 225 A, y 42 000 A para marcos de 500 A y 1000 A, respectivamente.

e) Los interruptores que forman el equipo de transferencia del tablero tendrán un contacto auxiliar en el control para completar el ciclo.

f) Los interruptores estarán equipados con terminales para recibir el número de cables por fase requeridos por el proyecto.

g) Los interruptores termomagnéticos principales de los tableros deberán contener respectivamente un relevador trifásico de baja tensión conectado a la salida del interruptor. El relevador será para proporcionar una señal de alarma por medio de dos contactos secos, uno normalmente cerrado (NC) y otro normalmente abierto (NA). Los contactos deberán alambrarse a tablillas terminales y estar claramente identificados.

4. Equipo de transferencia automática

a) El equipo de transferencia automática estará montado en un tablero preferente "P", para recibir energía eléctrica de las subestaciones.

b) El equipo de transferencia deberá cambiar automáticamente la carga de una fuente a la otra, para asegurar la continuidad del servicio por medio de una selección de aparatos de control e interruptores, que se ajusten a las condiciones de trabajo de la presente especificación.

c) El accionamiento del equipo de transferencia será por medio de un motor universal de energía almacenada y estará equipado con interlocks mecánico y eléctrico, para evitar que la carga quede conectada simultáneamente a las dos fuentes de alimentación.

d) Se deberá contar con una palanca que permita operar la transferencia en caso de falla del control automático.

5. Medición y sistema de alimentación eléctrica

a) Cada uno de los tableros estará equipado con un voltímetro y un amperímetro, con las escalas adecuadas de acuerdo a la capacidad de la subestación.

b) El voltímetro y el amperímetro serán equipados con selectores de fases apropiadas para hacer lecturas en las tres fases.

c) Los instrumentos de medición serán del tipo cuadrado, apropiados para montaje en tableros con dos por ciento de precisión y protegidos por fusibles limitadores de corriente.

d) El amperímetro estará conectado a transformadores de corriente con secundario de 5 A y relación de transformación adecuada, de acuerdo a la escala del equipo.

6. Componentes

Los componentes que se suministren deberán ser intercambiables entre sí con equipos similares, sin que se requieran modificaciones previas, salvo trabajos menores de ajustes, es decir, nivelaciones y alineamientos.

7. Partes de repuesto

El proveedor deberá suministrar una lista de partes de repuesto para dos años de operación. Las partes de repuesto no forman parte del alcance del suministro ni de la evaluación y sólo se adquirirán aquellas partes que el Representante juzgue conveniente.

8. Garantía

El proveedor garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad, libres de fallas de fabricación, diseño, equipo, operación o materiales y del tamaño y características especificadas.

Cualquier defecto de fabricación, diseño, material, equipo y mano de obra deberá corregirlo el proveedor, efectuando el cambio de componentes defectuosos sin cargo alguno. La garantía deberá tener una vigencia de dos años, a partir de la fecha de entrega del equipo o un año, después de la puesta en servicio, lo que ocurra primero.

CAPITULO 5. 02. 04. 006

TABLEROS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL Y SECUNDARIA EN BAJA TENSION

006.A DESCRIPCION

Los tableros de distribución en baja tensión para distribución principal y secundaria, que se utilizarán en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, son una combinación de uno o más dispositivos de interrupción en baja tensión asociados a equipo de control, protección, medición y señalización, completamente ensamblados, con todas las interconexiones eléctricas, mecánicas y partes estructurales. Estos tableros están formados básicamente por un gabinete autosoportado o de sobreponer, interruptores termomagnéticos, interruptores electromagnéticos, equipo de transferencia automática, equipo de medición, barras y conexiones.

Los tableros operarán en un sistema trifásico de 220 V con el neutro del transformador conectado sólidamente a tierra. Estos tableros se designan como tablero "A", tablero "B" y tablero "P"

Tablero "A". Es aquél que está alimentado de la Subestación No. 1 y alojado en el mismo local de la subestación.

Tablero "B". Es el que está alimentado de la Subestación No. 2 y alojado en el mismo local de la subestación.

Tablero "P" Preferente. Es el que está alimentado de los tableros "A" y "B" a través de un equipo de transferencia automática.

La subestación No. 1 se considera fuente normal y la Subestación No. 2 se designa como fuente de emergencia.

Los tableros se clasifican como sigue:

1. De distribución principal:
   - — Tipo interior.
   - — Rígidos y autosoportados.
   - — De frente muerto.
   - — Ventilados.
2. De distribución secundaria:
   - — Tipo interior.
   - — Rígidos para sobreponer.
   - — De frente muerto.
   - — Ventilados.

006.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tableros eléctricos ensamblados en fábrica en distribución y/o control en baja tensión (TEEF)	NOM J-118
Instrumentos de medición para magnitudes eléctricas	NOM J-320

006.C REQUISITOS DE CALIDAD

Serán de acuerdo a los indicados en las normas correspondientes referidas en 006.B.

006.C.01 MUESTREO Y PRUEBAS

Se realizarán de acuerdo a las normas de referencia correspondientes.

006.C.02 BASES DE ACEPTACION

1. Gabinete. Los tableros deberán consistir de cubículos soportados convenientemente en estructuras metálicas, rígidas y apropiadas para alojar los siguientes equipos: interruptores electromagnéticos, equipos de transferencia automática, equipo de medición e interruptores termomagnéticos.

   a) Los tableros deberán estar provistos de dispositivos para su izamiento, adecuados para soportar sin daño los esfuerzos producidos por embarque e instalación.

   b) El cuerpo de los tableros deberá construirse con lámina de acero calibre 12 USG.

   c) Los tableros deberán estar provistos para su ventilación, de persianas cubiertas con tela de alambre anticorrosiva, con una abertura máxima de 3 mm, para evitar la entrada de materiales extraños y roedores. Las persianas serán instaladas en la parte posterior e inferior del tablero.

   d) Las persianas de ventilación deberán colocarse adecuadamente para evitar la entrada de agua por goteo o salpicaduras.

   e) Los cables de alimentación y derivados entrarán y saldrán por la parte inferior de los tableros.

   f) El proveedor deberá suministrar soportes de fibra de vidrio o resina epóxica para los cables

en el interior del tablero o cualquier otro medio de sujeción en las canalizaciones propias del tablero.

g) La entrada de cables y la localización de soportes será de tal modo que se requiera el mínimo de curvatura en el cable desde la entrada al tablero, hasta la terminal. El radio de curvatura del cable en ningún caso deberá ser menor de 10 veces su diámetro. Los cables llegarán por trincheras de 40 cm de profundidad.

h) Los tableros deberán estar provistos de ductos para alambrado a cada lado y en toda la altura de los tableros. Las dimensiones de los ductos deberán ser de 250 mm para acomodar adecuadamente los cables de alimentación de los circuitos derivados.

i) Los buses principales y sus derivados deberán ser de cobre electrolítico, considerando una densidad de corriente de 800 A por pulgada cuadrada, para conducir continuamente la corriente nominal del transformador, sin exceder el aumento de temperatura permitido por las normas. Las capacidades se indican en cada diagrama unifilar. Los buses y sus conexiones deberán tener la suficiente rigidez térmica y mecánica para soportar una corriente igual o mayor que la de cortocircuito.

j) Todas las conexiones a los buses, incluyendo las derivaciones, deberán tener una capa de plata, debiendo atornillarse con no menos de dos tornillos de alta resistencia mecánica, anticorrosivos, galvánicamente compatibles y con un diámetro no menor de 13 milímetros.

k) Los buses deberán soportarse con aislamientos de porcelana o resina epóxica de alta rigidez dieléctrica y una resistencia mecánica adecuada para soportar sin daño, los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito de 18 000 A simétricos.

l) El arreglo de los buses trifásicos y conductores primarios, contando del frente hacia abajo, de izquierda a derecha corresponderá a las fases A, B y C, respectivamente. Las barras deberán identificarse con pintura o cualquier otro medio equivalente.

m) A todo lo largo del tablero se instalará un bus de tierra con una capacidad no menor del 50 por ciento de la capacidad de los buses.

n) El vendedor deberá suministrar todas las terminales para conexión de los cables de alimentación en baja tensión, de acuerdo al diagrama unifilar propio de cada estación.

o) La preparación de las superficies y la pintura deberá satisfacer las mejores prácticas comerciales, debiendo aplicarse un tratamiento de bonderizado, una capa de anticorrosivo (primer) y dos capas de esmalte color gris claro.

p) Todo el cableado de control será con conductores tipo cable, aislamiento para 600 V, tipo DRF, resistente al fuego.

q) Los tableros, cada instrumento y accesorio de control, deberán llevar placas de identificación de material apropiado, con letras negras sobre fondo blanco.

r) Las placas de identificación deberán fijarse por medio de remaches o cualquier otro medio equivalente.

2. Interruptores termomagnéticos

a) Estarán equipados con cámaras de arqueo individuales y contactos de aleación de tungsteno y plata.

b) Tendrán un mecanismo de operación de disparo libre, cierre y apertura rápida, con unidad de disparo compensada por temperatura ambiente; además tendrán unidades de disparo intercambiables, con unidades del mismo marco, para 100, 225, 500 y 1000 amperes.

c) La protección de cortocircuito se hará por medio de disparo magnético ajustable con dos posiciones HI y LO.

Los interruptores tendrán una capacidad interruptiva simétrica de 18 000 A para marco de 100 A, a 240 VCA.

d) Los interruptores que forman el equipo de transferencia del tablero "P" tendrán un contacto de alarma para indicar exclusivamente el disparo del interruptor.

e) Todos los interruptores estarán equipados con terminales para recibir el número de cables por fase, tal como se indique en cada diagrama unifilar.

f) Los espacios marcados como reserva tendrán todas las preparaciones para recibir un interruptor termomagnético del marco indicado.

3. Interruptores electromagnéticos

a) Este tipo de interruptores se empleará como principales en los tableros "A" y "B" de las subestaciones que contengan transformadores y serán para operar en un sistema trifásico de 220 V y 60 hertz.

b) Los interruptores tendrán una capacidad interruptiva simétrica de 4200 a 240 VCA.

c) El marco de los interruptores será de 1600 amperes.

d) La calibración de los interruptores se hará a 1400 amperes.

e) Los interruptores electromagnéticos serán de montaje tipo removible, por lo que en el tablero donde se alojen se deberá tener la subestructura necesaria para este tipo de montaje.

f) Los interruptores tendrán mecanismos de operación de libre disparo, cierre y apertura rápida.

g) Los interruptores estarán equipados con cámaras de arqueo individuales y contactos de aleación plata-tungsteno.

h) El tipo de operación de los interruptores será manual y estarán equipados con unidades de disparo del tipo estado sólido.

i) Los interruptores deberán tener tres transformadores de corriente tipo dona, con precisión para medición y estarán alojados en el mismo compartimiento del interruptor, fácilmente accesibles; la relación de transformación se indicará en cada diagrama unifilar correspondiente.

j) Los interruptores deberán tener solamente los siguientes accesorios: switch auxiliar de cuatro contactos 2 NA y 2 NC (2a y 2b), interlock de llave (una llave), contador de operaciones, capacitor "trip", manivela y yugo.

k) Los interruptores estarán equipados por un lado con zapatas terminales para recibir dos cables de 750 MCM por fase.

4. Equipo de transferencia automática

a) El equipo de transferencia automática estará montado en el tablero preferente "P" para recibir energía eléctrica de las subestaciones 1 y 2, a través de los tableros "A" y "B", sistema trifásico, cuatro hilos, 220 V, 60 hertz.

b) El equipo de transferencia deberá cambiar automáticamente la carga de una fuente a la otra para asegurar la continuidad del servicio, por medio de una selección de aparatos de control e interruptores que se ajusten a las condiciones de trabajo de la presente especificación.

c) El tablero "A" será designado como fuente normal, mientras que el tablero "B" será designado como fuente de emergencia. El equipo de transferencia estará formado por interruptores en aire tipo caja moldeada, con los amperes de marco y calibración indicados en el diagrama unifilar particular de cada estación.

d) Los tipos de interruptores termomagnéticos en caja moldeada deberán cumplir con lo indicado en 006.C(2), de esta Especificación. Los dos interruptores tendrán protección termomagnética.

e) El accionamiento del equipo de transferencia será por medio de un motor universal de energía almacenada y estará equipado con interlock mecánico y eléctrico para evitar que la carga quede conectada simultáneamente a las dos fuentes de alimentación.

f) Se deberá contar con palanca que permita operar la transferencia manualmente en caso de falla del control automático. El equipo de transferencia deberá tener los siguientes accesorios:

— Relevadores de tiempo de acción instantánea para asegurar la transferencia y retransferencia en un tiempo menor de 300 milisegundos.

— Relevadores sensitivos de voltaje trifásico, no ajustable.

Pick-up, calibrados a 90 por ciento de la tensión nominal.

Drop-out, calibrado a 70 por ciento de la tensión nominal (27-N y 27-E).

— Botón de prueba.

— Luces piloto y placas para indicar a qué fuente está conectada (tablero A o tablero B).

— Transformadores de corriente que se emplearán en casos especiales.

— Switch de amperímetro, que se empleará en casos especiales.

— Switch de voltímetro, que se empleará en casos especiales.

— Amperímetro, que se empleará en casos especiales.

— Voltímetro, que se empleará en casos especiales.

5. Se deberá verificar que el tablero haya sido diseñado para trabajar bajo las siguientes condiciones de servicio:

— Servicio interior: NEMA 1.

— Temperatura ambiente máxima: 313 K (40°C).

— Temperatura ambiente mínima: 269 K (− 4°C).

— Temperatura ambiente promedio: 291 K (18°C).

— Presión barométrica: 585 mm de Hg.

— Humedad relativa máxima: 95%.

— Altitud: 2240 m s.n.m.

— Aceleración máxima por sismo: 0.15g.

6. Salvo que el Representante autorice cambios en los requisitos de calidad, muestreo, pruebas y bases de aceptación, los tableros de distribución deberán cumplir los requisitos enunciados en esta Especificación.

CAPITULO 5. 02. 04. 007

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

007.A DESCRIPCION

El centro de control de motores es un tablero eléctrico que alimenta, protege y gobierna circuitos, cuya carga esencialmente consiste en motores eléctricos, que se emplean en las instalaciones eléctricas del Metro de la Ciudad de México y que usa barras alimentadoras, interruptores y arrancadores magnéticos, dispositivos de control y señalización, para controlarse.

007.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tableros eléctricos ensamblados en fábrica, de distribución y/o control en baja tensión (TEEF)	NOM J-118
Tableros de control de motores	NOM J-353
Métodos para determinación de: Valor de onda senoidal de corriente	
Tensión de recuperación a frecuencia normal Corrientes de falla	NOM J-363
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

007.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los requisitos que deben satisfacer los centros de control de motores serán los siguientes:

1. Condiciones de servicio

   Temperatura ambiente máxima: 313 K (40°C).

   Temperatura ambiente mínima: 269 K (— 4°C).

   Temperatura ambiente promedio: 291 K (18°C).

   Altitud: 2400 m s.n.m.

   Presión barométrica: 580 mm de Hg.

   Humedad relativa: 70%.

2. Construcción de secciones

   a) Deberá cumplir con los requisitos que se exigen para la construcción de tableros, uso general, sin pasillo.

   b) Constará de dos o más secciones verticales atornilladas entre sí, para formar un conjunto rígido autosoportado, frente muerto, construida cada una con lámina de acero rolada en frío en su estructura e interiores.

   c) El tipo de construcción deberá permitir la adición lateral de las futuras secciones.

   d) La construcción del centro de control de motores será de tal tipo que sólo permita el acceso al interior del tablero por el frente, es decir, deberá permitir la instalación del tablero contra la pared.

   e) Cada sección deberá estar provista de dispositivos para su izamiento, adecuados para soportar sin daño los esfuerzos producidos por el embarque y la instalación.

   f) Las secciones deberán tener espacio suficiente para permitir la entrada y salida de cables por la parte superior, por medio de conduits.

   g) La preparación de la superficie y la pintura deberá satisfacer las especificaciones al respecto, tales como bonderizado, una capa de primer y dos de pintura del color indicado por el proyecto.

3. Barras alimentadoras

   a) Las barras principales y secundarias serán de cobre electrolítico para usos eléctricos con una sección adecuada para soportar sin sobrecalentamiento las cargas eléctricas que indique el proyecto.

   b) Serán instaladas en la parte superior y a todo lo largo del tablero.

   c) Las uniones de las barras verticales, así como todas las uniones, deberán ser plateadas.

   d) Las barras deberán soportarse con aisladores de porcelana, apoyadas en los elementos estructurales del tablero. Todos los elementos deberán ser adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos, así como los producidos por una corriente de cortocircuito de 30 000 A simétricos.

   e) A todo lo largo y en la parte interior será instalada una barra de cobre electrolítico, de la capacidad indicada por el proyecto, para conexión a tierra de cada una de las secciones y partes correspondientes de interruptores y arrancadores del tablero.

4. Alambrado

a) Las tablillas terminales deberán suministrarse completamente alambradas, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

b) Todos los circuitos de control, incluyendo contactos no utilizados, deberán quedar alambrados a tablillas terminales.

c) Todo el cableado de control deberá llevar identificaciones permanentes en las terminales y a todo lo largo del cable, correspondientes a las indicadas en los planos de alambrado del proveedor.

d) Todo el cableado de control se hará con conductores del tipo cable, aislamiento DRF, deslizante y resistente al fuego, para la tensión indicada por el proyecto y del diámetro especificado.

e) El proveedor del tablero deberá suministrar todas las terminales para conexión de los cables de fuerza y control. Las terminales de control serán zapatas tipo espada.

5. Luces piloto

a) El cubículo principal del interruptor deberá ser equipado con luces piloto que indiquen lo siguiente:

— Rojo: energizado (interruptor cerrado).

— Verde: desenergizado (interruptor abierto).

6. Componentes del centro de control de motores

a) Las unidades deberán ser diseñadas para montaje en las secciones verticales del centro de control de motores, de manera que cada equipo de control quede totalmente encerrado y aislado de las otras unidades.

b) Todos los equipos de control (relevadores, interruptores de nivel, luces piloto, selectores manual-fuera-auto), quedarán alojados en los tableros de control.

c) Cada unidad deberá tener una puerta embisagrada con chapa que pueda abrirse al frente.

d) El equipo de cada una de las unidades deberá ser del tipo de enchufar del tamaño apropiado.

e) Las secciones verticales deberán estar provistas de rieles en las cuatro esquinas de cada unidad, que servirán tanto para soporte como para guiar el enchufe propio de cada unidad hasta las barras verticales de alimentación, de tal forma que puedan ser reemplazadas o instaladas aun cuando se tenga el centro de control de motores energizado. Las superficies de contacto de las barras de alimentación vertical, así como el enchufe de cada una de las unidades, deberán ser plateadas.

f) Las combinaciones estarán integradas por "arrancadores magnéticos combinados", formados por un arrancador magnético a tensión completa y un interruptor desconectador tipo termomagnético. El arrancador deberá proteger al motor contra sobrecargas y el interruptor protegerá la línea y el arrancador contra cortocircuitos.

g) Los arrancadores deberán suministrarse con las siguientes características:

— Arranque a tensión completa.

— Tipo no reversible.

— Tres fases.

— Bobinas adecuadas para operar a la tensión nominal del proyecto, con variación máxima de la tensión nominal del 15 por ciento abajo y 10 por ciento arriba.

— Cada arrancador deberá tener tres elementos térmicos para protección del motor, los cuales podrán seleccionarse de acuerdo a las características propias de cada motor.

h) Interruptor principal. El centro de control de motores deberá estar provisto de un cubículo de alimentación que deberá llevar un interruptor principal termomagnético, con contacto para alarma por disparo del interruptor. Deberá quedar localizado en la sección vertical del lado izquierdo del centro de control de motores, visto de frente y en la parte superior.

7. Garantía

a) El proveedor garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad, libres de fallas de diseño, operación y materiales, del tamaño y características especificadas, apropiados para cumplir satisfactoriamente las condiciones de operación.

b) Cualquier defecto de diseño, material, equipo, mano de obra o de cualquier característica de operación, deberá corregirlo el proveedor, efectuando el cambio de componentes defectuosos sin cargo alguno. Las reparaciones y/o reemplazo de componentes bajo garantía deberán en cualquier caso tener vigencia durante un año, a partir de la fecha en que se instalen en la obra terminada y puesta en operación normal, debidamente aceptados y recibidos.

CAPITULO 5. 02. 04. 008

TRANSFORMADORES PARA ALUMBRADO, FUERZA Y VENTILACION

008.A DESCRIPCION

Los transformadores para alumbrado, fuerza y ventilación son aquéllos que se utilizan en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México como parte integral de las subestaciones de alumbrado, fuerza y ventilación, así como los transformadores auxiliares para puestos de rectificación y cabeceras de alimentación y cuya capacidad nominal es de 500 kVA, con tensión máxima de 23 kV.

El alcance de esta Especificación comprende básicamente lo siguiente:

1. Transformador en fluido de silicón.

2. Accesorios.

008.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tensiones normalizadas	NOM J-98
Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación	NOM J-116
Clasificación de materiales aislantes	NOM J-153
Métodos de prueba, transformadores de distribución y potencia	NOM J-169
Boquillas de porcelana de alta tensión para transformadores de distribución, servicio exterior	NOM J-234
Diccionario de terminología eléctrica	NOM J-281
Transformadores tipo pedestal trifásico para distribución subterránea	NOM J-285
Transformadores trifásicos sumergibles para distribución subterránea	NOM J-287
Transformadores monofásicos sumergibles para distribución subterránea	NOM J-310
Transformadores tipo seco de distribución y potencia	NOM J-351

008.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los transformadores, objeto de esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos de calidad que le sean aplicables según la clasificación indicada en 008.B y de acuerdo a lo siguiente:

1. Condiciones de servicio

   a) Temperatura ambiente máxima: 313 K (40°C).

   b) Temperatura ambiente mínima: 269 K (− 4°C).

   c) Temperatura ambiente promedio: 303 K (30°C).

   d) Presión barométrica: 585 mm de Hg.

   e) Humedad relativa máxima: 95 %

   f) Precipitación pluvial media (promedio/año): 1500 mm.

   g) Altitud: 2240 m s.n.m.

   h) Aceleración máxima por sismo: 0.15g.

   i) Servicio interior y alojado dentro de un gabinete.

2. Características generales.

   a) Potencias: 25, 225, 300 y 500 kVA.

   b) Tensión primaria nominal entre fases: 220 V.

   c) Tensión secundaria nominal entre fase y neutro: 127 V.

   d) Frecuencia: 60 Hz.

   e) Acoplamiento primario: Delta (Δ).

   f) Acoplamiento secundario: Estrella con neutro a tierra.

   g) El ángulo de defasamiento de la tensión del secundario respecto a la tensión del primario será de 30° atrasado.

   h) Identificación de terminales:

Alta tensión: H1, H2 y H3.

Baja tensión: X0, X1, X2 y X3.

   i) Servicio interior alojado en gabinete.

   j) Enfriamiento natural.

   k) Fluido de silicón como dieléctrico.

Clase de aislamiento:

Primario: 25 kV

Secundario: 1.2 kV

Tipo: clase B tropicalizado.

m) Nivel básico de aislamiento al impulso (BIL), onda 1.2 × 50μs:

Primario: 150 kV

Secundario: 30 kV

n) Prueba de potencia aplicando:

Primario: 50 kV, 60 Hz, un minuto.

Secundario: 10 kV, 60 Hz, un minuto.

o) Boquillas:

Alta tensión transformador de 25, 225 y 300 kVA: 3 boquillas.

Flameo en seco: 70 kV.

Flameo en húmedo: 60 kV.

Baja tensión transformador de 25, 225 y 300 kVA: 4 boquillas.

Flameo en seco: 10 kVA.

Flameo en húmedo: 6 kVA.

p) Derivaciones de 2.5 por ciento, dos arriba y dos por ciento abajo del voltaje nominal.

q) Potencia de cortocircuito: 500 MVA

3. Conceptos generales

a) El proveedor deberá tomar las precauciones necesarias para evitar los defectos de humedad del medio ambiente, principalmente en los aislamientos, aisladores y partes de contacto.

b) Cada una de las boquillas de alta y baja tensión tendrán las preparaciones necesarias para recibir los cables de conexión que se indican en la tabla 008-1.

c) Las boquillas de baja tensión deberán quedar en forma lateral.

d) El neutro en baja tensión del transformador quedará fuera del tanque (boquilla).

e) Tendrá además conector para conexión a tierra del transformador.

f) El diseño deberá tomar en cuenta que los transformadores se alojarán en gabinetes que tienen las siguientes dimensiones:

Capacidad	300 y 225 kVA	25 kVA
Frente	2.032 m	1.200 m
Fondo	2.667 m	2.000 m
Altura	2.616 m	1.800 m

El diseño del transformador deberá considerar que se tenga el espacio necesario perimetral y la altura para maniobras, instalación y mantenimiento, dentro de los gabinetes donde se alojarán.

g) Los aislamientos utilizados deberán ser de buena calidad, debiendo resistir sin daño los esfuerzos mecánicos que se presenten durante el funcionamiento del transformador.

h) Es recomendable tener el conector de conexión a tierra del transformador en el lado donde se encuentran las boquillas de baja tensión.

i) El dispositivo de derivaciones tendrá en total cinco posiciones. Además, tendrá las indicaciones adecuadas y operará con precisión a fin de evitar falsas maniobras.

4. Tanque

a) La construcción será suficientemente robusta para soportar un manejo rudo, tanto en el transporte como en la instalación, sin que por esto sufra deformaciones. En caso de tener enfriadores, éstos no deberán estar debajo de las boquillas de baja tensión.

b) Deberá ponerse especial cuidado en el diseño del transformador y en particular de los empaques que se pretendan utilizar, a fin de no tener sudados, escurrimientos, fugas o goteos del silicón. Esta previsión cubre la tapa del transformador, boquillas, instrumentos de medición y válvulas de muestreo.

5. Circuitos magnéticos

a) Serán construidos de lámina de acero de bajas pérdidas, con cristales orientados y ofrecerán todas las garantías para evitar alteraciones con el tiempo, así como de resistencia con la acción de la temperatura.

b) Los cortes y apriete de las láminas, serán realizados a manera de reducir el ruido y las vibraciones transmitidas en particular por el circuito magnético. El proveedor garantizará un nivel de ruido de 60 dB o menos, de ser posible.

c) Deberá tenerse un buen aislamiento en los tornillos de apriete al circuito magnético. Las conexiones a tierra de los circuitos magnéticos deberán ser con conexiones de cable de sección suficiente.

6. Devanados

El devanado, tanto primario como secundario, deberá ser de cobre de buena calidad y deberá resistir las sobretensiones y sobrecorrientes que se pudieran producir en operación y principalmente en caso de cortocircuito, así como contra sobretensiones eventuales provocadas por las maniobras de interruptores, seccionadores con carga, etcétera. La potencia de cortocircuito de la fuente de alimentación deberá considerarse de 500 MVA.

Tabla 008-1. Preparaciones para recibir cables en boquillas de alta y baja tensión

Transformador, en kVA	Alta tensión		Baja tensión		Neutro	
	No. de cables	Calibre	No. de cables	Calibre	No. de cables	Calibre
300	1	2/0 AWG	2	300 MCM	2	300 MCM
225	1	2/0 AWG	2	300 MCM	2	300 MCM
25	solera 1	1/4"×1 1/2"	1	6 AWG	1	6 AWG
Las cantidades de cables son por fase y neutro						

7. Pintura

Todas las superficies metálicas exteriores del tanque serán recubiertas con tres capas de pintura; se recomienda una capa anticorrosiva de primer y dos capas de pintura gris u otra, a solicitud del proyecto.

8. Accesorios

Cada transformador deberá tener:

— Ganchos de levante

— Cuatro ruedas con desplazamiento y preparaciones con accesorios o dispositivos para poder orientarlas a 90°

— Placa de características

— Conector para conexión a tierra del transformador

— Indicador de temperatura

— Indicador de nivel de fluido de silicón

— Válvula de muestreo

— Válvula de drenaje

— Estarcido: Cada transformador deberá tener identificada por estarcido y de dimensiones adecuadas, lo que a continuación se indica:

a) En el tanque:

— Identificación de terminales de alta y baja tensión, es decir, H1, H2, H3, X0, X1, X2 y X3.

— Conexión a tierra.

b) En el tanque y por la parte frontal:

— Capacidad en kVA: 300, 225 o 25 kVA, según corresponda.

— Tensión primaria en kVA.

— Fluido de silicón.

— Viendo de frente el transformador y orientándose de izquierda a derecha, a la izquierda se tendrán las boquillas de alta tensión (sobre la tapa), a la derecha estarán las boquillas de baja tensión y en la parte de enfrente quedarán los accesorios siguientes: placa de características, indicador de temperatura, indicador de nivel y estarcido solicitado.

9. Pruebas

a) Pruebas del fluido de silicón:

— Rigidez dieléctrica.

— Factor de potencia.

b) Potencial aplicado.

c) Potencial inducido.

d) Medición de resistencia.

e) Relación de transformación.

f) Determinación del desplazamiento angular.

g) Corriente de excitación.

h) Pérdidas de excitación.

i) Pérdidas a plena carga.

j) Medición de la impedancia.

k) Comprobación de la operación del cambiador de derivaciones.

l) Pérdidas en vacío.

m) Prueba de hermeticidad.

n) Prueba de polaridad y relación de fases.

10. Garantía

a) El proveedor garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad, libres de fallas de diseño, fabricación, equipo, operación o materiales y del tamaño y características especificadas. Asimismo, entregará los certificados de pruebas realizadas antes del suministro.

b) Cualquier defecto de diseño, fabricación, material, equipo o mano de obra, deberá corregirlo el proveedor efectuando el cambio de componentes defectuosos sin cargo alguno. En caso de que el equipo presentara defectos y éstos se corrigieran en campo o que tuviera que llevarse el equipo a la fábrica para su corrección, los gastos que se originen al respecto, tales como, peritaje, retiro de equipo en caso de estar en operación, y su transporte, serán por cuenta y riesgo del proveedor. El equipo se deberá reintegrar al lugar de donde fue retirado, sin cargo alguno. Queda entendido que las intervenciones que se hagan sobre equipos en servicio, se llevarán a cabo previas las libranzas respectivas, siendo normal que estos trabajos se ejecuten en jornadas nocturnas.

c) La garantía deberá tener una vigencia de dos años a partir de la fecha de entrega del equipo o un año a partir de la puesta en servicio, lo que ocurra primero.

CAPITULO 5. 02. 04. 009

CARGADOR Y BANCO DE BATERIAS

009.A DESCRIPCION

Los cargadores y bancos de baterías son elementos que abastecen de corriente y mantienen la carga de los circuitos eléctricos cuando falla el suministro de la corriente alterna.

En las instalaciones del Metro de la Ciudad de México se utilizarán en caso de falla de la corriente alterna, en el alumbrado de emergencia, sistemas de sonorización, telefonía, señalización y mando centralizado.

Las partes principales integrantes de los bancos de baterías son: gabinete autosoportado, baterías de níquel-cadmio, cargador de baterías, conectores de celdas, dispositivos de control, medición, protección y alarma.

1. Gabinete autosoportado. Alojarán en su interior el conjunto integrado por la batería, el cargador y los dispositivos y accesorios que indique el proyecto.

2. Baterías. Estarán previstas para alimentar en socorro los bastidores que contienen los circuitos de control y lógica del puesto, así como otros equipos en campo.

3. Cargador. Será el encargado de proveer el potencial de corriente directa para alimentar los equipor del puesto y regenerar la carga de las baterías, en operación normal. Además, el cargador deberá ser capaz de proveer la energía necesaria a las baterías cuando éstas se encuentran en flotación y cuando han cedido su energía debido a un corte eventual de la alimentación.

009.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Cajas y gabinetes	4.02.01.002.C.04
Cables para baja tensión	4.02.01.002.D.02
Fusibles	4.02.01.002.H.01
Interruptores y estaciones de botones	4.02.01.002.H.02
Sistemas de control	5.02.03

Muestreo y componentes electrónicos. Métodos de prueba ambientales y de durabilidad. Prueba de choque no repetitivo	NOM I-7/15
Baterías alcalinas de níquel-cadmio de tipo semiabierto con envase de plástico	NOM J-201
Definiciones para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía	NOM J-237
Cargadores de baterías para uso industrial y comunicaciones	NOM J-322
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12(R-18)

009.C REQUISITOS DE CALIDAD

009.C.01 CARACTERISTICAS GENERALES

1. Baterías. Las baterías tipo acumulador para los equipos de señalización proporcionarán una tensión nominal de 24 V. Estos equipos tendrán una tolerancia límite entre 22.5 V y 28.8 V. Además, para los equipos instalados y alimentados en los locales técnicos, se deberá considerar una caída de tensión suplementaria causada por la resistencia de cableado de interconexión entre el cargador, la batería y los circuitos de carga, la cual no deberá ser mayor al 2 por ciento de la tensión nominal de la batería a plena carga. Como regla general, las baterías tipo acumulador, destinadas a la alimentación de equipos de seguridad, tendrán siempre sus polaridades aisladas de la masa.

2. Cargadores. Los cargadores proporcionarán el potencial de alimentación necesario a los equipos de señalización y proveerán un potencial de 24 V nominal a la batería que se conectará permanentemente al cargador en paralelo. Esta operación será llamada "en flotación". Al presentarse un corte en la alimentación del cargador, la batería proporcionará el potencial de 24 V a los equipos mencionados. Una vez restablecida la energía del cargador, éste proporcionará a la batería un voltaje extraordinario automáticamente (o manualmente durante un periodo fijado por un operador autorizado y cuyos límites serán preestablecidos por el proveedor). Esta especificación será llamada "igualación".

009.C.02 CONDICIONES DE OPERACION

Las baterías y los cargadores deberán estar diseñados para operar normalmente bajo las siguientes condiciones ambientales:

1. Temperatura ambiente mínima: 273.1 K (0°C)
2. Temperatura ambiente máxima: 318.1 K (45°C)
3. Humedad relativa: de 50 a 60 %
4. Altura sobre el nivel del mar: 2500 m s.n.m.

009.C.03 PARAMETROS ELECTRICOS

Los baterías y los cargadores se diseñarán para poder operar con las siguientes caracteristicas eléctricas:

1. Baterías
   - — Tensión nominal: 24 V
   - — Tensión máxima: 28.8 V
   - — Tensión mínima: 22.5 V
   - — Autonomía: 1 h
   - — La batería será conectada al circuito de utilización (carga) y a un rectificador-cargador en paralelo. Este último proporciona una tensión continua estabilizada de 1.41 V (tensión de flotación) en los bornes de cada elemento del acumulador, a fin de obtener la tensión requerida (24 VCC).
   - — Para recargar las baterías se les aplicará una tensión continua estabilizada, superior a la tensión de flotación, proporcionada por el rectificador-cargador con valor de 1.55 V (tensión de igualación), en los bornes de cada elemento del acumulador, para recuperar la carga de los elementos.
2. Cargadores
   - — Tensión de entrada: 127 VCA monofásica
   - — Tensión de salida: 24 VCD nominal
   - — Valor máximo de la tensión de rizo: 1 %
   - — Frecuencia de la operación: 60 Hz (±3 Hz)
   - — Bajo la tensión de flotación el rectificador deberá poder suministrar un voltaje de 1.38-1.45 V en los bornes de cada elemento del acumulador.
   - — La regulación de la tensión de entrada deberá ser de 10 por ciento del voltaje nominal, de tal manera que con esta variación no se altere el voltaje de salida, más allá de ± 1 por ciento de la tensión nominal.

009.C.04 MATERIALES

Los materiales empleados en la fabricación de las baterías deberán ser de primera calidad de níquel-cadmio tipo acumulador, compuesto de un número de celdas adecuadas al potencial requerido, conectadas en serie. Los bornes de las baterías no deberán carbonatarse y, en todo caso, el proveedor deberá proporcionar las indicaciones necesarias para evitar tal problema.

a) Los vasos de plástico deberán ser transparentes y presentar una indicación visible de los niveles mínimo y máximo del electrolito. Asimismo, deberán construirse de tal manera que no se deformen ni agrieten a lo largo de su utilización. El proveedor deberá proporcionar un prototipo de dicho vaso de plástico para su aprobación, antes de la fabricación.

b) Las baterías no deberán generar gases tóxicos, inflamables o explosivos, que puedan provocar problemas de corrosión a los equipos vecinos o daños a la salud. El proveedor proporcionará un plan de mantenimiento perfectamente claro, detallado y documentado, especialmente en los puntos referentes a la no carbonatación de las terminales, la conservación en buen estado de los vasos de plástico, la buena conservación de la calidad y el nivel del electrolito.

c) Los cargadores deberán cumplir con lo señalado en la sección 5.02.03 de estas especificaciones en la referente a sus partes electrónicas y con lo indicado a continuación.

   - — El cargador deberá contar con elementos de ajuste del voltaje de salida así como un control que permita hacer el cambio de flotación a igualación y viceversa automáticamente o manualmente en caso necesario.
   - — Contará con fusibles y/o protecciones termomagnéticas en los circuitos de entrada y salida con un medidor y bornes para medir tensión y corriente de salida. En la cara frontal contará con un interruptor de encendido así como la señalización local de las alarmas.
   - — Contará con un sistema de control de batería, de tal manera que opere cuando ésta entre en socorro. Dicho sistema deberá desconectar la batería cuando la tensión que suministre sea menor de la tensión mínima requerida por los equipos (22.5 V).
   - — Deberá contar con un circuito para limitar la corriente de salida y que opere al menos al 110 por ciento de la capacidad nominal, de tal manera que aunque la demanda de las baterías y la carga sea excesiva (como en el caso de carga inicial a baterías totalmente descargadas), el cargador no responda a dicha demanda.
   - — El cargador deberá estar provisto de un rectificador emergente, que en caso de falla de la fuente principal, suministre los voltajes a los equipos mientras se repara la falla de aquél; la transferencia del rectificador "principal" al "emergente" se hará en un máximo de 0.5 segundos.
   - — Deberá contar con un sistema de alarmas encargado de vigilar los siguientes parámetros y

deberá funcionar según indicaciones del proyecto:

Puesta a tierra.

Ausencia de alimentación en C A.

Ausencia de salida del rectificador de C C.

Caída de tensión en las baterías de 1.4 V de la tensión normal.

Puesta en operación del rectificador de socorro.

d) El bastidor o gabinete en el cual irán alojados tanto las baterías como el cargador, cumplirá con lo indicado a continuación:

— Dimensiones máximas:

Alto	120	cm
Ancho	124	cm
Profundidad o espesor	62.5	cm

— Deberá diseñarse con la ventilación adecuada de manera que las superficies exteriores de éste no alcancen una temperatura mayor de 348.1 K (75°C), operando a su capacidad nominal con una temperatura ambiente máxima de 318 K (45°C).

— Los controles o interruptores que se encuentren en la parte exterior frontal del gabinete deberán ser protegidos (con tapa con tornillos, por ejemplo), con el fin de que sólo sean operados por el personal autorizado.

— Deberá ser de material no inflamable o en todo caso autoextingible. En caso de ser metal oxidable, estará protegido contra la corrosión.

— El acabado deberá ser tal que quede libre de rebabas, filos cortantes y aristas pronunciadas, que afecten su funcionamiento o pongan en peligro la seguridad del usuario.

009.C.05 PRUEBAS Y RECEPCION EN FABRICA

El proveedor deberá elaborar un cuaderno de pruebas enfocado a evaluar las características de los cargadores y de las baterías. En dicho cuaderno se detallarán las pruebas a las que se someterán dichos elementos, así como el equipo requerido, el cual, junto con la energía, la documentación y la mano de obra necesaria para efectuar las pruebas, serán proporcionados por el proveedor.

009.C.06 MARCADO

El cargador llevará una placa metálica, fijada sobre la cara delantera del aparato, llevando las indicaciones siguientes:

1. Nombre y marca del fabricante.
2. Identificación.
3. Tensiones nominales de alimentación, y la frecuencia de trabajo.
4. Tensión nominal de salida.
5. Número de fabricación, compuesto del modelo, tipo y número de serie.
6. Fecha de recepción.

009.C.07 GARANTIA

Será de por lo menos dos años contados a partir de la puesta en servicio. Deberá ser claramente detallada por parte del proveedor, es decir, especificará su naturaleza, así como duración y mecanismo para ejercerla. El Representante se reservará el derecho de analizar dicha garantía y solicitar, si lo juzga conveniente, alguna modificación. Dentro de dicha garantía se incluirá el mantenimiento durante seis meses por parte del proveedor, conjuntamente con personal de mantenimiento del Representante. El proveedor asegurará la existencia de refacciones por un periodo no menor de 10 años y propondrá una lista de dos componentes de reemplazo para cada caso.

CAPITULO 5. 02. 04. 010

MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA HORIZONTALES

010.A DESCRIPCION

Los motores son máquinas que sirven para convertir la energía eléctrica en mecánica; el tipo de inducción es en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.

El motor jaula de ardilla horizontal es un motor del tipo de inducción, en el cual el rotor está formado por barras horizontales, colocadas en ranuras del núcleo secundario permanentemente cerradas en circuito corto, por medio de anillos en sus extremos, dando la apariencia de una jaula.

Los motores se clasifican como a continuación se indica:

1. Por su potencia:

   a) Motor fraccionario. Motor cuya potencia es menor de 0.746 kW de potencia continua a carga plena, pero mayor de 0.373 kW de potencia.

   b) Motor integral. Motor cuya potencia es igual o mayor a 0.746 kW de potencia continua a carga plena.

2. De acuerdo con su diseño eléctrico:

   a) Trifásicos.

   b) Monofásicos, que a su vez pueden ser:

      — Motor de fase dividida.

      — Motor de arranque por resistencia.

      — Motor con capacitor en sus tres tipos:

         Motor de arranque por capacitor.

         Motor de capacitor permanente conectado.

         Motor con dos capacitores.

3. De acuerdo con su protección mecánica y sistema de enfriamiento:

   — Motor abierto.

   — Motor a prueba de salpicadura.

   — Motor a prueba de goteo.

   — Motor con guarnición.

   — Motor semiguarnecido.

   — Motor a prueba de goteo, con guarnición.

   — Motor totalmente cerrado, no ventilado.

   — Motor totalmente cerrado, enfriado por ventilador.

   — Motor a prueba de explosión.

   — Motor a prueba de polvo inflamable.

   — Motor a prueba de agua.

4. De acuerdo con su velocidad:

   — Motor de velocidad constante.

   — Motor de varias velocidades.

   — Motor de velocidad variable.

Los motores de jaula de ardilla horizontales, trifásicos y monofásicos con potencias de 62.17 W hasta 223.8 kW y tensiones nominales de 127,230 y 440 VCA, serán utilizados principalmente en las bombas, sistemas de ventilación y equipos especiales de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

010.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Motores de inducción de corriente alterna, del tipo de rotor, en circuito corto o de jaula	NOM J-75
Clasificación de materiales aislantes	NOM J-153
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

010.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los requisitos serán los que a continuación se indican:

1. Físicos. Par de arranque, par máximo, par mínimo de aceleración, eficiencia, factor de potencia, corriente de arranque, velocidad de deslizamiento y potencia, que deberán ser de acuerdo a lo establecido en la norma NOM J-75.

2. Térmicos y dimensionales. Deberán cumplir con lo establecido en la norma NOM J-75.

010.C.01 IDENTIFICACION

Los motores deberán llevar una placa con las siguientes indicaciones como mínimo:

1. Tensión nominal, en volts.

2. Corriente a carga plena, en amperes.

3. Frecuencia, en hertz.

4. Monofásico o trifásico.

5. Diagrama de conexiones (puede omitirse en motores monofásicos fraccionarios).

6. Letras de clave, para kVA a rotor bloqueado por kW (opcional).

7. Letra de diseño*.

8. Factor de servicio (si existe).

9. Tipo de operación*.

10. Clase de aislamiento*.

11. Velocidad a carga plena en RPM.

12. Temperatura ambiente máxima*.

13. Características de lubricación*.

14. Designación de rodamientos*.

15. Nombre o marca del fabricante.

16. Modelo y designación de armazón*.

17. Potencia, en kW.

18. La leyenda "HECHO EN MEXICO", o indicación del país de origen.

010.C.02 MUESTREO

Se establecerá de acuerdo con el proveedor tomando como base la norma NOM Z-12 (R-18).

* Para motores fraccionarios, estos datos pueden omitirse.

CAPITULO 5. 02. 04. 011

MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA VERTICALES

011.A DESCRIPCION

Los motores son máquinas que sirven para convertir la energía eléctrica en mecánica. Los motores de inducción son los que solamente una parte, ya sea el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.

El motor de jaula de ardilla vertical, es un motor de inducción en el cual el rotor es perpendicular a un plano horizontal y con apariencia de una jaula.

Los motores se clasifican como a continuación se indica:

1. Por su tipo de flecha:

   a) Motor de flecha hueca. Es el motor cuyo eje de rotación debe ser hueco para que sea atravesado longitudinalmente por el eje sólido de la máquina impulsora, para poder apoyarse en el rodamiento de carga.

   b) Motor de flecha sólida. Es aquel cuyo eje de rotación es sólido y puede tener rodamiento, ya sea para carga axial, radial o ambas.

2. Por su protección mecánica y sistema de enfriamiento:

   a) Motor protegido para intemperie. Es el motor con aberturas para ventilación que reducen a un mínimo la entrada de lluvia o partículas suspendidas en el aire, a las partes eléctricas del mismo. Su construcción es tal que una barra cilíndrica de 20 mm de diámetro como máximo, no puede penetrar por las aberturas de ventilación.

   b) Motor totalmente cerrado enfriado por ventilador. Es el motor con un ventilador que forma parte de él, pero externo al armazón, provisto con cubierta.

Los motores de jaula de ardilla verticales, trifásicos de baja tensión con potencias de 746 W a 298 kW y tensiones nominales de 220, 440 y 220/440 VCA, serán utilizados principalmente en las bombas, sistemas de ventilación y equipos especiales de las instalaciones del Metro de la Ciudad de México.

011.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Motores de inducción de corriente alterna, del tipo rotor, en circuito corto o de jaula	NOM J-75
Motores eléctricos verticales	NOM J-141
Muestreo para la inspección por atributos	NOM Z-12 (R-18)

011.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los requisitos serán los que a continuación se indican:

1. Carga axial. Las cargas axiales mínimas para motores verticales de flecha hueca se indican en la tabla 011-1.

2. Dimensiones. Deberán ser de acuerdo a las indicaciones de la tabla 011-2.

Tabla 011-1. Carga axial mínima para motores verticales de flecha hueca

Potencia, kW (CP)	Carga o empaque axial, en kg			
	Número de polos			
	2	4	6	8
0.745 (1)	136	217	299	417
1.118 (1.5)	172	267	362	508
1.491 (2)	204	312	435	580
2.237 (3)	258	394	544	635
3.728 (5)	340	499	707	725
5.592 (7.5)	435	635	870	997
7.457 (10)	498	771	997	997
11.180 (15)	589	907	1270	1080
14.910 (20)	680	1088	1487	1270
18.640 (25)	748	1179	1669	1406
22.320 (30)	816	1315	1850	1587
29.820 (40)	907	1542	2177	1995
37.280 (50)	1360	1723	2431	1995
44.740 (60)	1360	1950	2635	2494
55.920 (75)	1360	2177	3048	2494

Potencia, kW (CP)	Carga o empaque axial, en kg			
	Número de polos			
	2	4	6	8
74.570 (100)	1360	2494	3547	2721
93.210 (125)	1360	2857	4028	2721
111.800 (150)	—	2857	4028	2721
149.100 (200)	—	3628	4173	2721
186.400 (250)	—	3628	4173	—
223.700 (300)	—	3628	4173	—
260.900 (350)	—	3628	4173	—
298.200 (400)	—	3828	—	—

3. Físicos. Serán los indicados en la norma NOM J-75. Unicamente se aplicarán los correspondientes al motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla un par de arranque indicado en la tabla 011-3 y un par máximo según la tabla 011-4, con una corriente de arranque normal que no exceda de los valores indicados en la tabla 011-5 teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5 por ciento (diseño B).

   Los métodos de prueba serán los indicados en la norma J-75.

011.C.01 IDENTIFICACION

Los motores deberán llevar una placa con las siguientes indicaciones:

1. Nombre o marca del fabricante.
2. Modelo y designación del armazón.
3. Potencia, en kW.
4. Tensión nominal, en volts.
5. Corriente a carga plena, en amperes.
6. Frecuencia, en hertz.
7. Número de fases.
8. Letras de clave, para kVA a rotor bloqueado por kW (opcional).
9. Letra del tipo de diseño (B).
10. Factor de servicio (si existe).
11. Tipo de operación.
12. Clase de aislamiento.
13. Velocidad a carga plena, en RPM.
14. Temperatura ambiente máxima.
15. Características de lubricación.
16. Designación de rodamientos.
17. La leyenda "HECHO EN MEXICO" o indicación del país de origen.

011.C.02 MUESTREO

Se establecerá de acuerdo con el proveedor tomando como base la norma NOM Z-12 (R-18).

Tabla 011-2. Dimensiones

Armazón No.	Dimensiones, en mm			
	AJ	AK	BD	BF
213 - 215	232	210	254	11.0
254 - 256	232 232	210 210	305 254	11.0 11.0
284 - 286	375 232	343 210	419 305	17.4 11.0
324 - 326	375 232	343 210	419 305	17.4 11.0
364 - 365	375 232 375	343 210 343	419 305 508	17.4 11.0 17.4
404 - 405	375 375	343 343	508 419	17.4 17.4
444 - 445	375 375	343 343	508 419	17.4 17.4
1445	375 375	343 343	508 419	17.4 17.4
1505 - 1507	375 375	343 343	622 508	17.4 17.4

AJ: Diámetro de la circunferencia entre centros de barrenos de la brida.
AK: Diámetro interno de ajuste de asiento.
BD: Diámetro externo de la base.
BF: Diámetro de barrenos en bridas.

Tabla 011-3. Valores mínimos de par de arranque en porcentaje del par normal, a carga plena

Potencia, en kW	Velocidades síncronas, en RPM, con 50 o 60 Hz			
	3000 3800	1500 1800	1000 1200	750 500
0.187	190	190	190	170
0.249	190	190	190	170
0.373	190	190	190	140
0.560	180	190	175	135

0.746	180	190	170	135
1.119	175	190	165	130
1.492	170	190	160	130
2.238	160	190	155	130
3.730	150	185	150	130
5.600	140	170	150	125
7.460	135	165	150	125
11.190	130	160	140	125
14.920	130	150	135	125
18.650	130	150	135	125
22.380	130	150	135	125
29.840	125	140	135	125
37.300	120	140	135	125
44.760	120	140	135	125
55.950	105	140	135	125
74.600	105	125	125	125
93.250	100	110	125	120
111.900	100	110	120	120
149.200	100	100	120	120
180.500	70	80	100	100
223.800	70	80		

Tabla 011-4. Valores mínimos de par máximo en porcentaje del par normal a carga plena

Potencia, en kW	Velocidades síncronas, en RPM, con 50/60 Hz			
	3000 3600	1500 1800	1000 1200	750 500
0.187	250	220	220	175
0.249	250	220	220	175
0.373	250	220	220	195
0.560	240	220	200	195
0.746	240	220	200	185
1.119	250	220	200	185
1.492	230	220	200	185
2.238	200	220	195	185
3.730	195	220	195	170
5.600	180	195	185	160
7.460	175	195	185	160
11.190	180	180	180	160
14.920	180	170	170	170
18.650	180	170	170	170
22.380	180	170	170	170
29.840	170	170	170	170
37.300	170	170	170	170
44.760	170	170	170	170
55.950	160	160	160	160
74.600	160	160	160	160
93.250	160	160	160	160
111.200	160	160	160	160
149.200	160	160	160	160
168.500	160	160	160	160
223.800	160	160	160	160

Tabla 011-5. Valores máximos de la corriente de arranque en amperes, a 220 V, 50 y 60 Hz

kW	50 Hz	60 Hz
0.187	16	14
0.249	18	16
0.373	23	20
0.560	28	25
0.746	34	30
1.119	46	40
1.492	58	50
2.238	74	64
3.730	105	92
5.600	146	127
7.460	186	162
11.190	255	232
14.920	335	290
18.650	420	365
22.380	500	435

kW	50 Hz	60 Hz
29.840	670	580
37.300	835	725
44.760	1000	870
55.950	1250	1085
74.600	1670	1450
93.250	2090	1815
111.900	2495	2170
149.200	3335	2900
186.500	4190	3650
223.800	5060	4400

CAPITULO 5. 02. 04. 012

SUBESTACIONES DE RECTIFICACION

012.A DESCRIPCION

La subestación de rectificación es un conjunto de equipos y material eléctrico, cuya finalidad es modificar la tensión de alimentación del servicio y rectificar la corriente alterna (obtención de corriente continua), para cubrir la demanda de energía eléctrica para la tracción de los trenes del Metro de la Ciudad de México.

Las subestaciones de rectificación están alojadas en locales situados en el exterior, independientes de las estaciones y están básicamente constituidas por los siguientes elementos:

— Celdas de alta tensión.

— Transformador principal.

— Rectificador.

— Contactor de seccionamiento.

— Armario de automaticidad.

— Gabinete de interconexión.

— Gabinete de interfaz.

— Ventilador.

— Dispositivos de protección y control.

1. Celdas de alta tensión. Grupo de gabinetes metálicos formados por secciones verticales en las que se alojarán las barras colectoras principales, cuchillas de acometida, transformador auxiliar y sus protecciones, interruptor de potencia y las terminales de los cables.

2. Transformador principal. Transformador trifásico de potencia, cuya finalidad es el transformar la tensión de alimentación del servicio a una tensión apropiada para alimentar el grupo rectificador de la subestación.

3. Rectificador. Conjunto de dispositivos que transforman la corriente alterna en corriente continua para la alimentación de la tensión nominal de trabajo de los trenes.

4. Contactor de seccionamiento. Interruptor automático situado en las subestaciones de rectificación que se localizan en la frontera de zonas.

5. Armario de automaticidad. Gabinete autosoportado que aloja los relevadores del grupo transformador - rectificador y los de los auxiliares de continua y alterna.

6. Gabinete de interconexión. Gabinete con tablillas de bornes en los laterales, en número suficiente para asegurar la repartición de las informaciones.

7. Gabinete de interfaz. Armario con tablillas de bornes en los laterales, que reciben la información desde las tablillas de conexión de reagrupamiento e interconexión y la teletransmisión.

8. Ventilador. Aparato propio para la evacuación del calor generado esencialmente por el transformador principal y el grupo rectificador.

9. Dispositivos de protección y control. De manera general son las protecciones correspondientes a la subestación rectificadora.

012.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Materiales y productos para tracción	4.02.01.004
Equipo para ventilación	5.02.01.001
Subestaciones de alumbrado y fuerza	5.02.04.001
Transformadores de tracción	5.02.04.013
Cuadros y/o sistemas de señalización acústica o visual	NOM I-43
Tableros de alta tensión	NOM J-68
Relevadores electromagnéticos para control industrial	NOM J-291/2
Contactores	5.02.04.016

012.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los componentes de la subestación de rectificación, objeto de esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos de calidad que le sean aplicables, según la descripción indicada en 012.A y de acuerdo con lo siguiente:

Todos los equipos y dispositivos que integran las subestaciones, deberán ser diseñados para operar bajo las condiciones ambientales y generales que a continuación se indican:

— Altitud: 2300 ms.n.m.

— Temperatura máxima: 313 K (40°C)

— Temperatura mínima: 263 K (— 10°C)

— Aceleración máxima por sismo:	0.15g
— Humedad relativa máxima:	60 %
— Humedad relativa mínima:	21 %
— Medio ambiente:	Contaminado
— Presión atmosférica:	585 mm Hg
— Temperatura de enfriamiento:	308 K (35°C)
— Alimentación:	Dos fuentes diferentes en 15 o 23 kV ± 10 % 60 Hz + 2 %, 3F
— Potencia de cada grupo rectificador:	4000 kW (régimen permanente)
— Capacidad de sobrecarga:	50 % durante tres horas suministrando tres veces su corriente nominal durante un minuto sin calentamiento anormal
— Potencia de cortocircuito de la red suministrada:	500 MVA

El fabricante deberá tomar en consideración estos parámetros para que el equipo opere en condiciones satisfactorias, especialmente en lo que respecta al aislamiento y enfriamiento de los mismos. Los equipos deberán funcionar sin ningún tratamiento especial después de estar almacenados varios meses y soportarán una utilización continua dentro de una atmósfera con un índice de contaminación elevado.

1. Las celdas de alta tensión estarán formadas por secciones verticales blindadas, rígidas autosoportadas de frente muerto y tanto éstos como sus componentes descritos en 012.A, deberán cumplir lo establecido en 5.02.04.001 de estas especificaciones y en 4 "ESPECIFICACIONES" de la norma NOM J-68. Además, de cumplir con lo siguiente.

   a) Las puertas tendrán refuerzos en las dos diagonales para evitar deformaciones al cerrarlas, con una ventana en cada celda que permita observar la posición de los diferentes interruptores, debiendo ser desmontable por el exterior. Las secciones tendrán la estructura apropiada para el montaje y alojamiento en forma accesible, de los siguientes equipos:

      — Mufas terminales y barras colectoras.

      — Interruptores y seccionadores.

      — Transformador de distribución.

      — Luces indicadoras.

      — Dispositivos de protección y control.

   b) Las barras colectoras principales deberán tener las dimensiones adecuadas para conducir continuamente una corriente de 400 A y soportar una corriente de cortocircuito cuya intensidad puede llegar hasta 13 000 A. La barra para tierra será de una capacidad no menor de 200 amperes.

   c) Cada sección llevará placas de identificación de aluminio con letras blancas sobre fondo negro y placas de indicación de la posición del equipo, las cuales deben coincidir con la posición de las palancas e indicar la dirección de operación. Así mismo, en la parte frontal de las celdas se pintará una barra colectora que indique el diagrama unifilar. El número de secciones de las celdas de alta tensión, así como la distribución del equipo en ellas, será de acuerdo a lo indicado por proyecto.

2. El transformador principal, de potencia, deberá cumplir en forma general con lo establecido en 5.02.04.013 "Trasformadores para tracción" de estas especificaciones y de manera particular satisfará lo siguiente:

   El transformador será trifásico, tipo exterior de ventilación natural, con conservador y accesorios, normales, sumergido en aceite. Será embarcado con su aceite y listo para la puesta en servicio. El lado primario se conectará en estrella con neutro aislado; su tensión nominal de servicio será de 23 kV, 60 Hz, con taps de derivaciones ± 4 x 2.5 % y tendrá además tres boquillas tipo exterior de porcelana, con conectores para cable de cobre calibre 2/0 AWG, el secundario se conectará en delta y su tensión nominal será de 570 V, con seis boquillas (dos por fase) tipo exterior para recibir conectores planos y deberá equiparse con los siguientes accesorios: un juego de ruedas con cara plana fácilmente desmontable y orientables a 90°, orejas para levantar el transformador, fijarlo en el camión e instalarlo en su lugar, una caja con bloques terminales para recibir el alambrado de los auxiliares, una placa para conexión a tierra, válvulas para el llenado de aceite y para el drenaje del mismo y el aceite aislante necesario.

3. El rectificador será de diodos al silicio, provisto para dar un rectificado hexafásico, siendo conectado en puente de Graetz simple, con una potencia nominal de 4000 kW a 750 VCD. El proveedor podrá proponer la alternativa de un rectificador dodecafásico, con el transformador alimentado en 23 kV, 60 Hz en la toma nominal.

   a) La característica tensión - corriente será prácticamente rectilínea hasta tres veces la corriente nominal y deberá satisfacer las condiciones siguientes:

      — Tensión convencional en vacío; 770 V máximo.

      — Tensión con corriente nominal de 5333 A; 714 V.

   b) La característica tensión - corriente será prácticamente rectilínea hasta tres veces la corriente normal con una pendiente de 10 V/kA y tolerancia de ± 10 %. La tolerancia en las ten-

siones será de ± 4 V, debiendo soportar las siguientes sobrecargas:

— Después de obtener el equilibrio térmico, un funcionamiento continuo a la potencia nominal de 4000 kW.

— 8000 A durante tres horas después de un funcionamiento continuo a la potencia nominal de 4000 kW, de una duración tal que el equilibrio térmico sea obtenido.

— 16 000 A, durante un minuto después del funcionamiento a la potencia nominal de una duración tal que el equilibrio térmico sea obtenido.

c) El proveedor puede proponer tiristores en lugar de diodos como medio de rectificación, así como otro tipo de enfriamiento.

d) El rectificador deberá constituirse básicamente de lo siguiente:

— Estructura móvil provista de ruedas desmontables, suficientemente rígida para permitir el transporte sin deformaciones.

— Ganchos para levantar el equipo.

— Ganchos para asegurarlo sobre un camión y para jalarlo dentro de su celda.

— Topes ajustables de fin de carrera.

— Dispositivo para fijar las clavijas multiconductoras sobre el rectificador durante su transporte.

— Diodos de silicio formando un montaje hexafásico o dodecafásico, protegidos por un fusible con indicador de fusión; tanto los diodos como los fusibles deberán ser fácilmente desmontables para permitir su rápido reemplazo.

— Indicadores de fusión visibles.

— Interruptor termomagnético para la alimentación de los auxiliares.

— Detector de temperatura de uno o dos diodos.

— Detector de falla de diodo (alarma) y de dos diodos (apertura).

— Dispositivo de supervisión de la carga del rectificador.

— Dispositivo de absorción de sobretensión del lado de corriente alterna protegido por fusibles con indicadores de fusión.

— Relevador de retorno de corriente.

— Detector de cortocircuito en corriente continua.

— Interruptor ultrarrápido (DVR).

— Armario para los relevadores de control y protección, con bornes para la interconexión de los diferentes dispositivos.

— Shunt instalado en el circuito de potencia para dar la señal a los circuitos de protección y a un amperímetro.

— Un equipo de control constituido por un aparato registrador de operación eléctrica y registro permanente sobre papel metalizado;este equipo comprenderá un aparato amperimétrico con escala graduada de 0 a 20 000 A, conectado a un shunt de 8000 A y 0.1 V, colocado sobre el circuito principal, un voltímetro con escala graduada de 0 a 1000 V, y toda protección o equipo que el proveedor juzgue conveniente.

e) El rectificador podrá ser enchufable o desconectable.

4. El contactor de seccionamiento deberá cumplir con lo indicado para este tipo de contactor en 5.02.04.016 "Contactores", de estas especificaciones.

5. El armario de automaticidad será integrado por un gabinete autosoportado que aloje los relevadores del grupo transformador - rectificador y los de los auxiliares de continua y alterna. De manera general comprenderá lo siguiente:

— Relevadores, contactos y relevadores especiales necesarios para las secuencias de automaticidad.

— Dispositivos de cierre, para asegurar el cierre automático de los diferentes interruptores.

— Aparatos de medición de intensidad y de tensión de los auxiliares así como los conmutadores de aislamiento.

— Desconectores compactos de protección de auxiliares de alterna.

— Fusibles y bornes suficientes para todos los alambres de liga.

— Un conmutador de selección de mando ya sea a control remoto o local.

— Identificación clara de cada uno de los relevadores, contactores, etc., que integran el gabinete de automaticidad, así como la identificación de los cables de conexión y bornes respectivos.

6. El gabinete de interconexión y el de interfaz, serán de lámina de acero con tablillas de bornes en las laterales y a un costado respectivamente. El conjunto estará integrado por lo siguiente:

— Cableado de conexión entre bornes.

— Una puerta con uno o dos abatimientos, sin manija (cerradura platinada con llave normalizada), en la parte frontal.

— Dispositivo sujetacable, en la parte inferior.

— Dispositivo de sujeción mural o dispositivo de fijación al suelo.

Los bornes serán montados verticalmente sobre el perfil y se conectarán tornillo a tornillo con un paso mínimo de 6 mm; pueden recibir dos cables, con cubierta termoplástica, de una sección transversal de 2.5 a 6 mm^2. Cada hilo de salida de la teletransmisión será equipado de un eclator fusible, que deberá contar con lo siguiente:

— Referencia de los cables en los dos extremos, tipo bidireccional.

— Referencia de los bornes de conexión.

7. El ventilador, deberá cumplir en general con lo establecido en 5.02.01.001 "Equipo para ventilación" de estas especificaciones y en particular con lo siguiente:

   Será de una capacidad de enfriamiento de 11 m^3/s y tendrá como función proporcionar un flujo de aire, a través de una cámara para enfriar el transformador principal; el grupo rectificador será diseñado para operar con accionamiento mediante motor eléctrico, acoplado con bandas y características eléctricas de 440 V, 3 fases, 60 hertz.

8. Dispositivos de protección y control. De manera general, las protecciones correspondientes a la subestación rectificadora serán de dos niveles:

   — Primer nivel, alarma local retransmitida al Puesto de Mando de Energía (PCE) en forma global.

   — Segundo nivel, avería grave con apertura del interruptor de 23 kV y retransmisión (PCE).

   Las protecciones relativas a la alimentación de tracción, incluirán un dispositivo automático de bloqueos del ultrarrápido en caso de falla persistente sobre la línea, con retransmisión de alarma bajo la forma de "incidente en línea". Las protecciones siguientes no serán limitativas y deberán preverse para los siguientes equipos:

   a) Interruptor de 23 kV

      — Protección contra cortocircuito, a tiempo constante ajustable o tiempo inverso ajustable.

      — Protección de fase a tierra (corrientes de secuencia cero).

   b) Transformador de potencia

      — Detección de temperatura del líquido aislante (alarma y apertura del interruptor de 23 kV).

      — Detección de incendio con apertura del interruptor de 23 kV.

      — Sistema de detección de falla dentro del tanque, para lo cual el transformador será montado sobre rieles aislados y el circuito de tierra será llevado por un cable aislado al relevador de tierra de la subestación de rectificación.

   c) Rectificador

      — Contactor de puesta sobretensión de los auxiliares, uno de cuyos contactos se utilizará en la cadena de avería de grupo.

      — Protección térmica.

      — Detección de corriente de falla en la conexión de tierra de las masas.

      — Dispositivo de absorción de sobretensiones.

      — Dispositivo de control de diodos detectando la falla de un diodo (alarma) y de dos diodos (apertura del interruptor de 23 kV).

      — Dispositivo de control de la intensidad asegurando la puesta en marcha del ventilador, en caso de enfriamiento forzado.

   d) Ventilador, en caso de ser necesario como protección térmica del motor.

   e) Equipo de 750 V

      — Relevador de sobreintensidad montado sobre el interruptor ultrarrápido.

      — Relevador de detección de cortocircuito en línea permitiendo detectar los cortocircuitos lejanos o los resistentes.

      — Relevador de detección de circulación de corriente de falla a tierra.

012.C.01 PRUEBAS

El proveedor efectuará todas las pruebas y los controles necesarios para garantizar la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio de los equipos definidos en la presente Especificación. Para la prueba de estos conceptos se deberán respetar los criterios correspondientes que a continuación se describen:

1. Condiciones de prueba. Se supervisará el estudio, la construcción y el montaje de los equipos en los talleres del proveedor y se suspenderá toda realización que no esté conforme a las especificaciones. Se deberá reemplazar toda pieza que se deteriore durante las pruebas, transporte o montaje. A cada equipo se le realizarán pruebas sucesivas, primero la de fábrica y segundo, después del montaje, las que serán efectuadas por el proveedor bajo su responsabilidad y en presencia del Representante.

2. Pruebas en fábrica. Cada aparato se someterá a pruebas individuales; un aparato de cada serie se someterá a los ensayes de prototipo y en el caso de que algunos de éstos no puedan ser realizados el fabricante remitirá un informe de los equivalentes realizados en laboratorios oficiales. Estas pruebas serán efectuadas en la fábrica del proveedor a medida que se vayan terminando los equipos. Los diferentes materiales no podrán ser

liberados y puestos en su lugar, hasta que la recepción en fábrica sea aprobada.

a) Celdas de 23 kV. Se realizarán pruebas dieléctricas a la masa y a la entrada - salida que consisten en la aplicación, durante un minuto, de una tensión de 70 kV. El control mecánico y el buen funcionamiento de los seccionadores se verificará mediante su apertura y cierre en 10 ocasiones. Durante estas pruebas se realizará el control de las condiciones de seguridad e intercambiabilidad de las partes móviles.

b) Transformadores auxiliares. Se deberán hacer pruebas individuales para verificar el índice de acoplamiento, obtener las medidas de la relación de transformación en vacío sobre las diferentes tomas de ajuste y de la resistencia de los devanados. Además, se medirán en vacío las pérdidas en el fierro y la corriente. En condiciones de cortocircuito se tomará el valor de esta tensión así como las pérdidas en el cobre. Los devanados primarios y secundarios se probarán dieléctricamente mediante la aplicación de una tensión a frecuencia nominal de 70 y 2.5 kV eficaces, respectivamente, durante un minuto. También se realizarán pruebas con tensión inducida.

c) Transformadores de potencia. Se efectuarán las pruebas individuales siguientes: dieléctricas, entre primario y secundario conectado a la masa y entre el secundario y la masa las cuales consisten en la aplicación de una tensión de 70 y 7.5 kV, respectivamente, por espacio de un minuto. También se hará esta prueba con tensión inducida, alimentando el lado de baja tensión con dos veces el voltaje nominal. Se medirá la resistencia de los devanados, la relación de transformación, el control de polaridad o del símbolo de acoplamiento, las pérdidas en vacío con tensión nominal así como también por cortocircuito, las pérdidas en el cobre, las tensiones y la corriente. En el prototipo se realizarán pruebas de calentamiento para los diferentes regímenes de carga y pruebas de choque de onda plena de 150 kV aplicando una onda de 1.2/59 μs. Los devanados primarios y secundarios se probarán a frecuencia industrial con un nivel de aislamiento de 25 kV, aplicando 50 y 2.5 kV, 60 Hz, respectivamente, durante un minuto. Se deberá medir la corriente de excitación y comprobar el valor de impedancia así como verificar en una sola unidad el nivel básico de impulso aplicando una tensión de 150 kV.

d) Rectificadores. Se aplicarán las siguientes pruebas individuales: dieléctricas, a los circuitos auxiliares conectados a la masa, los de potencia así como a los que están conectados; a los de control de fusión de fusibles y de temperatura de los diodos se les someterá a una tensión de 7.5 kV, 60 Hz, en un lapso de un minuto. Los circuitos auxiliares con relación a la masa serán probados con 2.5 kV, 60 Hz por espacio de un minuto. También deberán probarse dieléctricamente los condensadores para sobretensiones y sus aparatos, debiéndose aplicar 3 kV, 60 Hz durante un minuto entre bornes, tomando éstos de dos en dos; la tensión entre bornes y la masa (con el voltímetro y amperímetro del registrador) será de 7.5 kV, 60 Hz en el mismo lapso de tiempo. Entre galvanómetro y entre éstos y la masa se aplicarán a ambos 5 kV, 60 Hz, durante un minuto. Deberá probarse el buen funcionamiento de todos los aparatos auxiliares del grupo y el control de conformidad con las secuencias de automatismo, a la vez que se efectuarán pruebas en vacío y un control individual del equilibrio de los diodos con corriente nominal (In). Se medirán las pérdidas en In, 1.5 In y 1.3 In así como el calentamiento para estos regímenes.

e) Disyuntores ultrarrápidos. Se les realizarán pruebas tipo, de calentamiento de los contactos y de sobrecarga después de la estabilización a 5600 A. En la primera se aplicará una tensión reducida durante tres horas y corriente de 8400 A; la segunda será con corriente de 16 800 A, durante un minuto. Para las pruebas dieléctricas, en caliente, entre el circuito de potencia (disyuntor cerrado) y los circuitos auxiliares conectados a la masa, se aplicará una tensión de 8 kV, 60 Hz, durante un minuto. Las pruebas de apertura en vacío se harán con tensión de 800 V y las de apertura con carga, por desenclavamiento con las siguientes intensidades: 6000, 8000, 10 000, 14 000 y 17 000 A, todas con una tolerancia de $\pm$ 10%. Las pruebas individuales dieléctricas en frío, entre el circuito de potencia y los circuitos auxiliares conectados a la masa, se realizarán con una tensión de 8 kV, 60 Hz, durante un minuto y las de los circuitos auxiliares de baja tensión conectados entre ellas y la masa, con 2.5 kV, 60 Hz, igualmente durante un minuto. La verificación mecánica de apertura y cierre se realizará mediante 10 maniobras. Se medirá el consumo en watts de la bobina(s) de cierre y de ausencia de tensión.

f) Detector de cortocircuito. Las pruebas tipo a realizar son para verificar la insensibilidad con la ondulación de la corriente principal y el funcionamiento para una variación de la alimentación, así como las pruebas del comportamiento del aparato luego de una microapertura en 220 VCA. Las pruebas individuales consisten en la verificación del buen funcionamiento de las diferentes funciones y las pruebas dieléctricas entre los bornes de enlace del captor y los bornes de los cables de baja tensión conectados entre ellos y la masa, con una tensión de 7.5 kV, 60 Hz, durante un minuto. Esta prueba, entre los bornes de los cables de baja tensión conectados entre sí y a la masa del aparato, se efectúa con la aplicación de 2 kV, 60 Hz, durante un minuto.

g) Seccionadores manuales. Las pruebas tipo serán las de calentamiento de los contactos con tensión reducida aplicando una corriente de 5600 A, durante tres horas y la de sobrecarga después de la estabilización con dos corrientes, la primera de 8400 A, en tres horas y la segunda de 16 800 A por un minuto. Las pruebas individuales consisten en una prueba dieléctrica entre los circuitos de potencia y la masa con aplicación de 10 kV, 60 Hz, durante un minuto

y la verificación mecánica mediante 10 maniobras manuales.

012.C.02 EMPAQUE Y TRANSPORTE

Las celdas y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo con las mejores prácticas comerciales y deberán transportarse por secciones. El fabricante deberá entregar antes del embarque del equipo, certificado de prueba de rutina y las especiales solicitadas, así como los instructivos de operación y mantenimiento de los equipos que ampara esta Especificación.

012.C.03 CAPACITACION

El constructor deberá encargarse de proporcionar capacitación detallada para cuatro personas en sus instalaciones y de suministrar toda la documentación e información, a fin de que la capacitación sea lo más completa posible en un tiempo de cuatro semanas. Si el proveedor considera un tiempo mayor, deberá someterlo a la aprobación del Representante.
Esta capacitación deberá comprender:

— Las calibraciones necesarias a efectuar en sus equipos (disyuntores, relevadores, etc.).

— Las diferentes maniobras a efectuar durante la operación de sus equipos (maniobras de servicio, aislamiento y bloqueo). Elaboración de instructivos de maniobras.

—Montajes y desmontajes simples (bornes, relevadores, diodos, fusibles, etc.).

— Características de las protecciones del equipo.

— Procesos de fabricación y de pruebas a los materiales.

— Prácticas para el mantenimiento indispensable para sus equipos.

El constructor deberá presentar un programa detallado del contenido y duración de esta capacitación.

012.C.04 ASISTENCIA AL MANTENIMIENTO

El proveedor deberá proporcionar asesoría técnica durante dos semanas después de la puesta en servicio, en la fecha que el Representante lo solicite.

012.C.05 REFACCIONES

El constructor habrá de cotizar un lote de piezas de refacción equivalente a un tres por ciento del valor total del suministro, que él mismo propondrá y sujeto a la aprobación del Representante. El lote anterior deberá entregarse a más tardar en la puesta en servicio de la primera subestación. El constructor deberá estar en posibilidades de suministrar todos los materiales durante un tiempo mínimo de 10 años.

Deberá entregarse una lista completa de las piezas de refacción, incluyendo su precio unitario.

012.C.06 GARANTIA

El fabricante garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad. Cualquier defecto de diseño, material o mano de obra, deberá corregirlo el fabricante sin cargo alguno para el Representante. La garantía deberá tener una vigencia de un año a partir de la fecha de puesta en servicio del equipo.

012.C.07 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos de patente eventuales que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

CAPITULO 5. 02. 04. 013

TRANSFORMADORES PARA TRACCION

013.A DESCRIPCION

El transformador es un dispositivo eléctrico que por inducción electromagnética, transfiere energía eléctrica entre circuitos a la misma frecuencia, transformando usualmente los valores de tensión y corriente. Los transformadores de una capacidad mayor de 500 kVA se denominan de potencia y en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México son utilizados como parte integral de las subestaciones de rectificación, que forman parte del sistema de tracción.

013.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Determinación de la rigidez dieléctrica de materiales aislantes, métodos de prueba	NOM J-120
Aceite aislante no inhibido para transformadores	NOM J-123
Transformadores de distribución y potencia, método de prueba	NOM J-169
Boquillas de porcelana alta tensión para transformadores de distribución, servicio exterior	NOM J-234
Diccionario de terminología eléctrica	NOM J-281
Transformadores de potencia	NOM J-284
Transformadores trifásicos sumergibles para distribución subterránea	NOM J-287

013.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los transformadores de tracción objeto de esta Especificación, deberán cumplir con los requisitos eléctricos que correspondan a la norma NOM J-284, con las siguientes características:

013.C.01 CARACTERISTICAS GENERALES

1. El transformador será trifásico, tipo exterior, con ventilación natural, con conservador y accesorios normales sumergidos en fluido de silicón.

2. Devanados

   a) El primario deberá ser conectado en estrella con neutro aislado, tensión nominal de servicio de 23 kV, 60 Hz, con derivaciones $\pm$ 4 x 2.5 por ciento.

   b) El secundario será con conexión en delta, para tensión nominal de 570 volts.

3. Boquillas

   a) Serán tres las boquillas en el primario, de tipo exterior de porcelana, con conectores para cable de cobre No. 2/0 AWG.

   b) El secundario tendrá seis boquillas, dos por cada fase, tipo exterior para recibir conectores planos.

4. Deberá tener un juego de ruedas, con cara plana fácilmente desmontable y orientables a 90°.

5. Tendrá orejas para izaje y orejas para fijarlo al vehículo de transporte, así como para fijarlo en su lugar de operación.

6. Dispondrá de una caja con bloques terminales para recibir el alambrado de los auxiliares, así como una placa para conexión a tierra.

7. Tendrá válvulas para el llenado y drenaje del silicón, éste en cantidad suficiente.

013.C.02 PRUEBAS

Se deberán efectuar las pruebas siguientes para la recepción de los transformadores tanto en planta como en obra, cumpliendo con los valores especificados por la norma NOM J-284, en cada caso.

1. Pruebas dieléctricas

   a) Entre devanados primario y secundario conectados a la masa.

   b) Entre el secundario y la masa.

   c) Con la tensión inducida, alimentación en la salida.

2. Medición de la resistencia de los devanados.

3. Medición de la relación de transformación y central de la polaridad o del símbolo de acoplamiento.

4. Medición de las pérdidas en vacío y de la corriente en vacío con la tensión nominal.

5. Medición de las pérdidas en el cobre y de la corriente de cortocircuito, así como las tensiones de cortocircuito.

6. Medición del calentamiento para los diferentes regímenes de carga.

7. Pruebas de choque a onda plena.

013.C.03 CERTIFICACION DE PRUEBAS, INSTRUCTIVOS DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y CAPACITACION

El proveedor deberá entregar antes del embarque, los certificados de prueba debidamente autorizados por el Representante; además entregará un juego de instructivos de operación y mantenimiento en original y copia, en idioma español. También se entregarán dos juegos originales de los catálogos de accesorios y partes del transformador.

El proveedor deberá encargarse de proporcionar capacitación detallada en sus instalaciones y de suministrar toda la documentación e información, a fin de que dicha capacitación sea lo más completa posible.

013.C.04 GARANTIA

El proveedor garantizará que el equipo suministrado esté libre de defectos de diseño, materiales y partes, comprometiéndose a reponer sin cargo alguno las partes componentes o la totalidad del equipo en caso de alguna falla.

CAPITULO 5. 02. 04. 014

SECCIONADORES E INVERSORES MANUALES

014.A DESCRIPCION

Los seccionadores manuales son elementos que permiten interrumpir la continuidad eléctrica entre diversos tramos de vía. Son utilizados para que a través de ellos se alimente a las vías del Metro de la Ciudad de México en forma directa desde las subestaciones de rectificación y para realizar aislamientos de corriente de tracción con tensión de operación de 750 V de corriente directa.

Estos dispositivos siempre deberán ser accionados sin carga y en los casos que se requiera abrir con tensión, deberá asegurarse plenamente la ausencia de carga. De acuerdo con sus características físicas, los seccionadores manuales pueden ser de los siguientes tipos: unipolar o bipolar, en tiro sencillo y a doble tiro y con cuchilla simple o múltiple.

De acuerdo con su capacidad para el manejo de corrientes eléctricas y su funcionalidad, los seccionadores se catalogan de la siguiente forma: seccionadores e inversores de 1500 A, seccionadores de 3000 y 5000 A, e inversores simples y dobles de 3000 amperes.

Los seccionadores manuales están compuestos básicamente por cuatro elementos: cuchillas, eje o articulación, mordaza o dedos de contacto y mando o palanca.

1. Cuchilla. Es una barra de cobre de sección rectangular que se sujeta a la articulación del seccionador por medio de pernos cortos; esta sujeción proporciona la presión necesaria para obtener un buen contacto entre las cuchillas y la articulación, sin estorbar por ello la libertad de movimiento de la cuchilla.

2. Eje o articulación. Es el elemento que permite el enlace de la cuchilla con el chasis del seccionador, de tal forma que se permite el movimiento angular de la cuchilla para producir la apertura o cierre en el caso de seccionadores, o la inversión, en el caso de inversores.

3. Mordaza o dedos de contacto. Dispositivo consistente de dos piezas que suelen estar ranuradas para hacerlas más flexibles y para que hagan mejor contacto con las cuchillas del seccionador.

4. Mando o palanca. Mango construido con material aislante, por donde se maniobran las cuchillas del seccionador.

014.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Interruptores, seccionadores y conmutadores	AFNOR C 63-130

014.C REQUISITOS DE CALIDAD

014.C.01 CARACTERISTICAS GENERALES

Los seccionadores de 1500 A se usarán en corriente continua sobre una tensión de 750 VCC, para los que deberán suministrarse con los planos que proporcionen las pautas imperativas para su fijación y cableado; estos seccionadores se fijarán sobre barras aislantes y ensambladas sobre ángulos de fierro galvanizado tipo U, de 60 x 30 x 6 mm. Las barras aislantes serán de fibra de vidrio autoextinguible y deberán resistir las presiones y esfuerzos necesarios para las maniobras, aun con trato brusco del aparato.

Todos los seccionadores e inversores se equiparán con contactos de fin de curso de apertura y de cierre, tipo XCI AC 116 Telemecanique o similar, aprobado por el Representante.

Los seccionadores contarán con dos contactos abiertos y dos contactos cerrados para cada posición.

Los equipos deberán contar con una placa de identificación con su nombre y capacidad.

014.C.02 CARACTERISTICAS ESPECIFICAS

Las características específicas de cada seccionador serán las que indique el proyecto, de acuerdo con su uso y tipo de seccionador, además de las que a continuación se mencionan:

1. Seccionadores e inversores de 1500 A. Las bases que soportarán las mordazas, hechas de latón con una sección de 60 x 30 mm, comprenderán cada una tres bornes de contacto, constituidos por una varilla de bronce de 20 mm de diámetro, roscada y desfasada 70 mm respecto al armazón y provista de dos tuercas de latón de 15 mm de altura y de 30 mm sobre el lado plano, con rondanas de latón de bordes achaflanados de 50 mm de diámetro y 4 mm de espesor. Las mordazas de cobre estarán constituidas de dedos de contactos múltiples, montados con resortes y articulados. Todas las piezas serán rigurosamente intercambiables. La cuchilla principal sujeta al corte deberá constituirse de lámina de cobre (como mínimo tres láminas), y estará articulada sobre un eje independiente de

las mordazas que forman parte del circuito eléctrico.

a) Seccionador de 1500 A. La cuchilla principal estará formada por tres láminas de cobre, de 60 x 10 mm y será montada sobre ocho barras aislantes de 26 x 36 milímetros.

b) Inversor simple de 1500 A. Este equipo constará de tres bases de conexiones a tres bornes, montadas sobre ocho barras aislantes de 26 x 36 mm; cada base soportará un juego de mordazas. Al nivel de las mordazas centrales será articulada la cuchilla principal, compuesta de láminas de cobre idénticas a las del seccionador de 1500 A. Esta última podrá estar cerrada en posición alta o baja. Sobre las mordazas inferiores será fijada una barra aislante abatible, pudiéndose bloquear estas últimas de manera que se use sólo la parte alta del inversor.

c) Inversor doble de 1500 A. Este equipo constará de dos cuchillas principales de 1500 A, montadas sobre barras aislantes ensambladas sobre un mismo chasis y articuladas al nivel de las mordazas centrales. En el caso de utilización de este inversor como inversor de puenteo, las mordazas inferiores que en operación normal del equipo no serán usadas, realizarán el puenteo eléctrico. Las mordazas inferiores estarán provistas de un sistema de aislamiento, a fin de utilizar normalmente sólo la posición alta del equipo.

2. Seccionadores de 3000 y 5000 A. Las bases de los contactos puntuales hechas en latón de sección 100 x 30 mm, tendrán cada una cuatro o seis bornes de conexiones idénticas a las descritas en 013.C.02(1). Los contactos puntuales bajos y altos serán hechos de plata maciza. El mando del aparato alrededor del eje principal se efectuará por medio de una manija de material aislante, pudiendo estar fijada a la derecha o a la izquierda del aparato. La presión de los contactos móviles al cierre deberá ser tal que el seccionador esté en condiciones de asegurar el paso de:

— 4000 A durante una hora, para el equipo calibrado a 3000 A.

— 6500 A durante una hora, para el equipo calibrado a 5000 A.

Todas las piezas de acero del sistema de mando serán cadminizadas.

a) Seccionador de 3000 A. La cuchilla principal estará constituida por dos láminas de cobre, de 60 x 15 mm y de una lámina de 60 x 10 mm y será montada sobre ocho barras aislantes de 50 x 30 milímetros.

b) Seccionador de 5000 A. La cuchilla principal estará constituida de cuatro láminas de cobre de 60 x 15 mm y de una lámina de 60 x 10 mm y será montada sobre ocho barras aislantes de 50 x 30 mm.

3. Inversor simple y doble de 3000 A.

a) Inversor simple de 3000 A. Este equipo tendrá tres bases de conexiones de tres bornes, montadas sobre ocho barras aislantes de 50 x 30 mm y soportando cada una un juego de mordazas. A nivel de las mordazas centrales será articulada la cuchilla principal, compuesta de tres grupos de dos láminas de cobre de 60 x 80 mm. Esta última podrá estar cerrada en posición alta o baja. Sobre las mordazas inferiores será fijada una barra aislante abatible, pudiéndose bloquear estas últimas a fin de utilizar sólo la parte alta del inversor.

b) Inversor doble de 3000 A. Este equipo estará constituido por dos cuchillas principales de 3000 A, montadas sobre barras aislantes ensambladas sobre un mismo chasis y articuladas al nivel de las mordazas centrales. En el caso de utilización de este inversor como inversor de puenteo, las mordazas inferiores que en operación normal del equipo no serán usadas, serán puenteadas eléctricamente. Las mordazas inferiores estarán provistas de un sistema de aislamiento a fin de utilizar normalmente sólo la posición alta del equipo.

014.C.03 PODER DE CORTE - CALENTAMIENTO

Todos los seccionadores e inversores de mando manual estarán provistos de un dispositivo para apertura brusca, asegurando un poder de corte de 500 A sobre 750 VCC. Los límites de calentamiento de los diferentes materiales y órganos estarán definidos por la norma francesa AFNOR C 63-130.

014.C.04 MUESTREO

El fabricante efectuará todas las pruebas y los controles necesarios para garantizar la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio de los equipos definidos en la presente Especificación.

1. El Representante se encargará de supervisar el estudio, la construcción y el montaje de los equipos en los talleres del fabricante y podrá suspender toda la realización que no esté conforme con las especificaciones y ordenar reemplazar cualquier pieza que se deteriore durante el transporte o el montaje.

2. Los retardos que resulten por pruebas suplementarias o de modificaciones necesarias por defectos de fabricación, no pueden servir de base al fabricante para mejorar su precio y la entrega fijada.

3. Cada equipo se someterá a pruebas sucesivas, primero en la fábrica y posteriormente después del montaje. Estas pruebas serán realizadas por el fabricante bajo su responsabilidad y en presencia del Representante. Cada una de esas pruebas dará lugar a un proceso verbal (serie de pruebas acordadas entre fabricante y comprador, aplicable a uno o más elementos de un contrato particular). La recepción provisional no podrá ser efectuada sino hasta después de la ejecución de la serie de pruebas.

4. Cada aparato se someterá a las pruebas individuales previstas en las partes 1(a), 2(a) y 4(b) de la tabla 014-1. Un aparato de cada serie, consi-

Tabla 014-1. Pruebas en seccionadores e inversores manuales

Pruebas	Muestreo (Número de seccionadores por serie o pedido)	Método de prueba	Requisito
1. Examen visual y verificación geométrica:			
a) Aspecto general	Todos los aparatos		
b) Verificaciones geométricas	A juicio del Representante		Las dimensiones y tolerancias deberán estar de acuerdo a lo indicado en 014.C.02
2. Mecánicas			014.C.02
a) Verificación mecánica	Todos los aparatos	Se accionará el seccionador simulando las operaciones de abierto-cerrado, efectuando esta maniobra manual por 10 ocasiones consecutivas	Buen juego de articulación. Buena repartición de la presión de contacto. Apriete adecuado de las partes móviles Satisfacción plena del Representante
3. Térmicas			
a) Calentamiento de los contactos (tensión reducida)	Un aparato de cada serie	Se someterán a una corriente de 5600 A por un periodo de tres horas	Calentamiento máximo 373 K(100°C)
4. Eléctricas			
a) Sobrecarga después de la estabilización	Un aparato de cada serie	Se aplicarán dos diferentes niveles de carga: — 8400 A por tres horas — 16 800 A por un minuto	El aparato no debe sufrir deterioro alguno y no deberá sobrecalentarse
b) Prueba dieléctrica entre los circuitos de potencia y la masa	Todos los aparatos	Las pruebas de tensión serán con voltaje alterno de 60 Hz; partiendo de 6 kV se incrementará el voltaje progresivamente en 750 V cada 30 s, hasta llegar a 10 kV en donde se mantendrá este voltaje por espacio de un minuto	Deberá soportar la tensión aplicada sin presentar ninguna disminución en sus características dieléctricas así como no presentará deterioro alguno

derando como una serie la fabricación de 100 seccionadores o fracción, se someterá a las pruebas de prototipo; primeramente, la indicada en 3(a) y posteriormente el mismo aparato se someterá a la prueba señalada en 4(a) de la tabla 014-1. En el caso de que ciertas pruebas del prototipo no puedan ser realizadas, el fabricante remitirá el proceso verbal de pruebas idénticas realizadas en laboratorios oficiales.

5. A medida que se vayan terminando los equipos, las pruebas mencionadas en el párrafo anterior se-

rán efectuadas en las fábricas del constructor, por los representantes designados por el cliente. Los diferentes materiales no podrán ser liberados y puestos en su lugar, hasta que la recepción en fábrica sea terminada.

6. El Representante tendrá acceso a todas las instalaciones del fabricante durante la fabricación y

   pruebas para inspeccionar el equipo y calidad de los materiales y mano de obra.

7. Las inspecciones y pruebas efectuadas no relevarán al fabricante de la responsabilidad de cumplir con estas especificaciones y con el tiempo de entrega indicado en la orden de compra.

014.C.05 PRUEBAS

Los seccionadores, independientemente del tipo que se trate serán sometidos a las pruebas que se indican en la tabla 014-1.

014.C.06 BASES DE ACEPTACION

Los seccionadores así como los materiales que lo integran sólo podrán ser aceptados si cumplen con todas las condiciones impuestas por la presente Especificación así como con los requisitos indicados por proyecto o bien por el Representante, además de lo que a continuación se indica:

1. El fabricante o su representante asistirá obligatoriamente a un control general del aparato en servicio durante los primeros días de funcionamiento.

2. Dentro de un periodo de 15 días después de la primera puesta en tensión, será efectuada la recepción provisional de los equipos correspondientes, sin reserva, si el montaje, la instalación y el funcionamiento son reconocidos como satisfactorios, con reservas. Si son detectadas anomalías en la instalación o en el funcionamiento, corresponderá al fabricante remediar cualquier defecto a su costo y en un tiempo lo más corto posible.

3. Si la puesta en servicio o las pruebas son retardadas por razones ajenas al constructor, la fecha oficial de la recepción provisional será entonces la fecha del final de las pruebas de las instalaciones retrasada un mes, a reserva de que las pruebas de puesta en servicio reales sean satisfactorias; cuando ellas puedan ser efectuadas se establecerá:

   — Un proceso verbal para cada equipo completo.

   — El tiempo de garantía será de un año contado a partir de la recepción provisional. La recepción definitiva será dictada a la expiración de este tiempo de garantía.

4. La recepción definitiva será dictada y el tiempo de garantía expirará a más tardar 18 meses después de la puesta FOB (libre a bordo) del material considerado.

014.C.07 EMPAQUE

Los seccionadores e inversores manuales deberán ser empacados de tal manera que ninguna de sus partes o componentes se dañe debido a choques que pudieran ocurrir durante su envío o almacenaje, inclusive considerando que éste pudiera ser a la intemperie. Cada empaque deberá etiquetarse de tal forma que se tengan al alcance los datos del fabricante, lugar de construcción, número de pedido y tipo de seccionador.

014.C.08 GARANTIA

El fabricante garantizará que los equipos y materiales suministrados serán de primera calidad. Cualquier defecto de diseño, material o mano de obra, deberá corregirlo el fabricante sin cargo alguno para el Representante. La garantía deberá tener una vigencia de un año a partir de la fecha de puesta en servicio del equipo. Durante este tiempo de garantía el fabricante reemplazará a su cargo y sin indemnización, toda pieza defectuosa por error de fabricación, de montaje u otra causa que le fuere imputable. El fabricante será responsable del buen funcionamiento de sus equipos, salvo en el caso de falta de mantenimiento o de falsa maniobra.

014.C.09 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse serán a cargo del proveedor, quien garantizará al Representante la impunidad total contra cualquier reclamación referente a esto.

CAPITULO 5. 02. 04. 015

SECCIONADORES DE AISLAMIENTO TELEMANDADO

015.A DESCRIPCION

La distribución de la energía eléctrica de tracción de una línea se efectúa a través de las barras guía las cuales se encuentran divididas eléctricamente en zonas y éstas a su vez en secciones; en situación normal las secciones y por consecuencia las zonas están en continuidad eléctrica a lo largo de las líneas del Metro de la Ciudad de México.

El seccionador de aislamiento telemandado (SIT) es un instrumento que permite establecer la continuidad eléctrica entre dos secciones contiguas (exceptuando zonas contiguas) y es utilizado para que a través de ellos se alimenten las vías y para realizar aislamientos en la corriente de tracción con tensión de operación de 750 VCD. Contiene además el seccionador de tramo de protección que sirve para energizar o desenergizar el tramo de protección.

Este seccionador puede operar a distancia o bien en forma local, pero nunca es abierto con carga; así mismo, puede cerrar con o sin carga. Su corriente nominal es para 6000 A y son ubicados en casetas o nichos a lo largo de la línea.

Los seccionadores de aislamiento telemandado están compuestos básicamente por los siguientes elementos: motor, leva o mecanismo de operación, cuchilla principal, eje o articulación, mordaza o dedos de contacto, caja de telemando, caja de mando local y caja con relevadores para presencia de tensión.

1. Motor. Es el elemento que imprime o transmite el movimiento a la leva o mecanismo de operación.

2. Leva o mecanismo de operación. Es una pieza giratoria en cuyo contorno se apoya y desliza el extremo de una varilla ligada a la cuchilla principal de tal forma que el movimiento de rotación uniforme de la leva imprime el movimiento que acciona a la cuchilla.

3. Cuchilla principal. Es una barra larga y delgada que está sujeta a la articulación del seccionador por medio de pernos cortos; esta sujeción proporciona la presión necesaria para obtener un buen contacto entre la cuchilla y la articulación sin impedir la libertad de movimiento de éste.

4. Eje o articulación. Es el elemento que permite el enlace de la cuchilla con el chasis del seccionador de tal forma que puedan existir movimientos angulares de la cuchilla con respecto a su propio eje.

5. Mordaza o dedos de contacto. Dispositivo consistente en dos piezas que suelen estar ranuradas para dar mayor flexibilidad y consecuentemente mejor contacto con las cuchillas del seccionador.

6. Caja de telemando. Caja de control ubicada en el mismo local de la cuchilla y que permite el accionamiento a distancia (o telemando) de los mecanismos para el cierre o la apertura del seccionador.

7. Caja de mando local. Caja de control de igual modo situada en el local del seccionador y que permite el accionamiento eléctrico o manual de éste en el mismo lugar de su instalación.

8. Caja con relevadores para presencia de tensión. Caja de control contigua al seccionador que permite detectar la presencia de tensión al ser operado.

015.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales y componentes de los seccionadores de aislamiento telemandado, objeto de esta Especificación, así como el seccionador propiamente dicho, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la presente Especificación y los del proyecto, sin que éstos a su vez sean limitativos en cuanto a considerar conceptos que mejoren la calidad y fiabilidad de estos dispositivos.

Las características específicas de cada seccionador serán las establecidas en el proyecto de acuerdo al tipo de seccionador, además de las que a continuación se mencionan:

1. Características generales. Los seccionadores de aislamiento telemandado estarán destinados a instalarse dentro de un local acondicionado dentro del gálibo del túnel. Por consiguiente, las dimensiones límite impuestas son de importancia particular.

   a) Este equipo será susceptible de instalarse en una atmósfera húmeda y cargada de polvos conductores; así mismo, los materiales ferrosos empleados en la construcción de este seccionador serán protegidos contra la oxidación, sea por galvanización, o por un tratamiento químico aprobado por el Representante.

   b) El equipo es concebido para usarse en corriente continua 750 V, 6000 A para la cuchilla principal y de 750 V, 800 A para las dos cuchillas auxiliares.

   c) Se usará una fuente de energía eléctrica alterna de 220 V, 60 Hz a la que todos los circuitos auxiliares serán conectados.

   d) La apertura del seccionador de aislamiento telemandado se hará en ausencia total de corriente, mientras que el cierre se podrá hacer con carga.

e) Deberá preverse el mando del equipo por medio de un motor eléctrico telemandado de tal forma que pueda ser utilizado en caso de un servicio provisional para el cual fue destinado así como, en caso de ser necesario, el mantenimiento o verificación del equipo. La maniobra se divide en dos tiempos:

— Apertura. Después de un inicio lento, que permite obtener un par suficiente para vencer las fuerzas de fricción, el movimiento se acelera y disminuye finalmente; al fin del curso una posición de equilibrio estable es obtenida bloqueando la leva.

— Cierre. Contrariamente a la apertura el movimiento del cierre es discontinuo: Primero un tiempo de acercamiento simétrico a la subida; segundo un paro brusco. La leva se recoge y el resorte se afloja dando una aceleración suficiente para el acomplamiento brusco del seccionador. Finalmente, la contraleva alcanza la rodaja y concluye el cierre asegurando un contacto firme.

f) En caso de falla de la corriente alterna o del no funcionamiento del mando eléctrico, el equipo debe poder operarse manualmente.

2. Mordazas y cuchillas

a) Mordazas. Las mordazas de la cuchilla principal y de las dos cuchillas serán hechas de tal forma que guíen las cuchillas al cierre y aseguren un buen contacto.

— Las mordazas estarán constituidas de dedos, cuyas partes en contacto con las cuchillas serán plateadas; la presión necesaria será obtenida por dos resortes que no deberán ser recorridos por la corriente.

— Los espacios de conexión serán previstos para recibir cinco barras de cobre de 100 x 5 mm para las mordazas principales y dos cables de 240 mm^2 para las mordazas auxiliares.

b) Cuchillas. La parte inferior de las cuchillas será biselada a 60° y no deberá presentar sobre la superficie de ataque, ningún ángulo agudo; las superficies de contacto con las mordazas serán plateadas.

— Cuchilla principal (6000 A). Estará constituida por dos placas de cobre de 100 x 10 mm; estas placas serán ensambladas con dos entrepaños de 5 mm de espesor.

— Cuchillas auxiliares (800 A). Estarán constituidas por dos placas de cobre de 45 x 5 mm; estas placas serán ensambladas con dos entrepaños de 2.5 mm de espesor.

3. Suspensión de las cuchillas. La cuchilla principal será montada en una pieza aislante por medio de cuatro "bloques aislantes"; las cuchillas auxiliares serán transmitidos a las cuchillas por un mecanismo compuesto esencialmente de un eje equipado con una rodaja deslizable dentro de un cilindro en el cual está aprisionado un resorte de aproximadamente 300 kg (comprimido a la apertura del SIT y se afloja bruscamente al cierre).

4. Leva y contraleva. El perfil de la leva será excéntrico; todas las superficies de contacto con la rodaja de rodamiento serán cementadas superficialmente.

La contraleva tiene un perfil de contacto inclinado que se enlaza sobre una porción del cilindro.

5. Servomotor y accesorios diversos

a) Servomotor. El servomotor asegura la marcha del equipo.

— Tipo 2345 — 300 Mxm — 2.3 Tr/mm o similar aprobado por el Representante.

El motor será equipado de un limitador de esfuerzos pero no tendrá ningún limitador de esfuerzo intermedio.

b) Interruptor de fin de curso. Los fines de apertura y de cierre del SIT serán comandados por dos interruptores de fin de curso aprobados por el Representante.

c) Tablilla de conexiones. Todos los circuitos eléctricos de mando y de control serán enlazados sobre una tablilla fijada dentro de un cofre.

6. Funcionamiento en socorro del SIT. En caso de no funcionamiento del mando o de ausencia de alimentación en corriente alterna, el aparato deberá ser maniobrable manualmente. Para esto, una manivela será montada permaneciendo en un extremo del eje del motor.

a) A fin de evitar la maniobra de socorro del SIT cuando el equipo esté bajo tensión, el fabricante deberá prever una puerta que cubra la manivela; esta puerta será mantenida en posición cerrada por medio de un resorte y asegurada con un cerrojo eléctrico alimentado en 12 volts.

b) A falta de corriente continua 750 V sobre el SIT los dos relevadores de tensión (inciso 14 "Cofre de relevadores de tensión") permitirán una alimentación al primario de un transformador de 220/12 V, cuyo secundario alimenta el cerrojo eléctrico a través de un botón - pulsador luminoso; el operador mantendrá la puerta abierta durante la maniobra de la manivela.

c) Para el funcionamiento en socorro del SIT el constructor deberá prever la fabricación e instalación de:

— Una manivela en el extremo del eje del motor.

— Una puerta con resorte y cerrojo eléctrico.

— Un transformador de seguridad de 220/12 volts.

— Un botón pulsador luminoso telemecánica XB2/MW101 o similar aprobado por el Representante.

— Fusible de protección.

7. Sentido de rotación de la leva - trinquete. El sentido de rotación de la leva está determinado y toda rotación en sentido contrario; la inversión de fases en la alimentación del motor o un error del operador en la maniobra de socorro lleva al deterioro del mecanismo.

   El constructor deberá prever un sistema de trinquete disparando el corte de la alimentación por el limitador de esfuerzo del motor e impedir al operador darle vueltas en el sentido equivocado.

8. Chasis. El equipo ensamblado será montado sobre un chasis de fierro ángulo, galvanizado después de su fabricación.

9. Aislamiento. Un doble aislamiento deberá ser previsto entre las piezas sobretensión de 750 V de corriente continua y el chasis. El servomotor será aislado por una parte del chasis soporte y por otra de la leva.

10. Cableado. El cableado entre los diferentes órganos y aparatos del SIT será hecho con hilo de la serie U 1000 CN o U 1000R0 2 V o similar aprobado por el Representante y según las indicaciones de los planos del proyecto.

11. Timbre de fin de curso e indicación de "apertura" y "cierre". A fin de controlar el final de las diferentes maniobras de apertura y cierre, el constructor deberá prever, sobre el eje del reductor del servomotor, un timbre accionado mecánicamente y dos placas indicadoras de "apertura" y "cierre".

12. Placas indicadoras. El constructor deberá prever la fabricación y la instalación de las placas indicadoras siguientes:

    — Apertura de puerta.

    — Mando manual.

    — Fusibles 750 volts.

    — Fin de curso "apertura".

    — Fin de curso "cierre".

13. Cofre de mando local. Los equipos de control y de mando serán instalados en un cofre llamado de "mando local".

    Este cofre, como el SIT, deberá ser instalado en túnel dentro de una atmósfera húmeda y cargada de polvos conductores; serán particularmente protegidos contra riesgos de corrosión y quedarán herméticos. El cofre deberá contar con una cerradura; el equipo de este cofre será fabricado según el diagrama de principio y comprenderá esencialmente:

    — El marcado de los hilos.

    — Cableado con hilo de la serie 500 SV o similar.

    — Dos botones pulsadores tipo telemecánica XB2/MA31 of o similar.

    — Un botón pulsador tipo telemecánica XB2/MA41 of o similar.

    — Dos relevadores telemecánica CA/1/N/11 o similar con contactos FF marcados RF y RO sobre el diagrama.

    — Dos relevadores telemecánica CA/1/AN/14 o similar con cuatro contactos "of" marcados RS y RD sobre el diagrama.

    — Un indicador luminoso telemecánica XB2/MV54/MV/002BA9 220 V 6 V o similar.

    — Un contactor para motor con protección termomagnética con calibración de 1.6 a 2.5 amperes.

    — 72 bornes "Entrelec" o similar, de 20 A, de los cuales 25 son para reserva.

    — Cinco fusibles y una barra "neutra" "Capelin" o similar.

    — El suministro y la instalación de las etiquetas indicadas de los diferentes accesorios y sobre la puerta una placa "Cofre de mando local".

14. Cofre de relevadores de tensión. A fin de evitar una apertura con carga del SIT, dos relevadores de tensión serán conectados para uno y otro lado del equipo.

    a) Los relevadores serán equipados con un contacto de mando mecánico e instalados en un cofre que, como el precedente, será colocado dentro del túnel y en consecuencia protegido particularmente contra los riesgos de corrosión.

    b) El equipo del cofre de relevadores de tensión comprenderá esencialmente:

       — Dos relevadores instantáneos Alsthom RBC 1054 o similar con dos contactos laterales y un contacto central.

       — Un contacto con mando mecánico de corte brusco Télémécanique XC1/ZA2 o similar montado sobre cada contacto central de los relevadores precedentes.

       — Dos resistencias Alter RB20 x 117 con clips de 1000 ohms o similar ajustables.

       — Dos fusibles "Capelin" o similar aprobados por el Representante montados sobre portafusibles.

       — Una placa de doce bornes "Entrelec" 20 A o similar, con tres de reserva.

       — Una placa con cuatro bornes especiales con aislamiento reforzado para enlace con circuitos "continuo".

       — El cableado con hilos de la serie U 1000 CN o U 1000R0 2 V o similar para corriente continua, 500 SV o similar para corriente alterna.

       — El marcado de los hilos.

— El suministro y la colocación de etiquetas y sobre la puerta una placa "Cofre de relevadores de tensión".

15. Caja de enlace. El constructor deberá suministrar una caja de enlace con los números de bornes que figuran en los planos de proyecto más una reserva de 10 bornes.

015.C.01 MUESTREO

El fabricante efectuará todas las pruebas y los controles necesarios para garantizar la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio del equipo definido en la presente Especificación.

El Representante se encargará de supervisar el estudio, la construcción y el montaje de los equipos en los talleres del fabricante y podrá suspender toda la realización que no esté conforme a las especificaciones durante el transporte o el montaje.

Los retardos que resulten por pruebas suplementarias o de modificaciones necesarias por defectos de fabricación serán a cargo del fabricante.

015.C.02 PRUEBAS

Cada equipo sufrirá pruebas sucesivas; primero en la fábrica y posteriormente después del montaje. Estas serán realizadas por el fabricante, bajo su responsabilidad y en presencia del Representante. Cada una de esas pruebas dará lugar a un acuerdo para la recepción provisional que no podrá ser efectuada sino hasta después de la ejecución de la serie de pruebas.

1. Pruebas en fábrica. Serán precedidas por todas las pruebas de aislamiento y calentamiento reglamentarias.

   a) Serán hechos cortes consecutivos en el equipo para intensidades de corriente comprendidas entre 10 000 y 100 A sobre una tensión de 750 V en circuito no inductivo.

   b) Después de las pruebas los equipos deberán estar en estado normal de funcionamiento y los contactos no deberán tener ningún indicio de deterioro y deberá poderse, si así se requiere, ser entregados en ese estado sin desmontaje ni cambio de piezas.

2. Pruebas sobre el lugar de instalación. Serán precedidas por una verificación del montaje y de buen funcionamiento, para lo cual el constructor propondrá un cuaderno de pruebas de funcionamiento.

3. El Representante tendrá acceso a todas las instalaciones del fabricante durante la fabricación y pruebas para inspeccionar el equipo y calidad de los materiales y mano de obra.

4. Las inspecciones y pruebas efectuadas no relevarán al fabricante de la responsabilidad de cumplir con estas especificaciones y con el tiempo de entrega indicado en la orden de compra.

015.C.03 BASES DE ACEPTACION

Tanto los seccionadores como los materiales que lo integran sólo podrán ser aceptados si cumplen con todas las condiciones impuestas por la presente Especificación, además de lo que a continuación se indica:

1. El fabricante o su representante asistirá obligatoriamente a un control general del aparato en servicio durante los primeros días de funcionamiento.

2. Dentro de un periodo de 15 días después de la primera puesta en tensión será efectuada la recepción provisional de los equipos correspondientes sin reserva; si el montaje, la instalación y el funcionamiento son reconocidos como satisfactorios, con reservas. Si son detectadas anomalías en la instalación o en el funcionamiento, corresponderá al fabricante remediar cualquier defecto a su costo y en un tiempo lo más corto posible.

3. Si la puesta en servicio o las pruebas son retardadas, por razones ajenas al fabricante, la fecha oficial de la recepción provisional será entonces la fecha del final de las pruebas de las instalaciones, retrasada un mes, bajo reserva de que las pruebas de puesta en servicio reales sean satisfactorias; cuando ellas puedan ser efectuadas se establecerá:

   — Un proceso verbal para cada equipo completo.

   — El tiempo de garantía será de un año contado a partir de la recepción provisional. La recepción definitiva será dictada a la expiración de este tiempo de garantía.

4. La recepción definitiva será dictada y el tiempo de garantía expirará a más tardar 18 meses después de la puesta FOB (libre a bordo) del material considerado.

015.C.04 EMPAQUE Y EMBARQUE

Los equipos y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las mejores prácticas comerciales compatibles con el tipo de transporte.

1. Cualquier daño imputable a empaque defectuoso o inadecuado deberá ser cubierto por el proveedor.

2. El transporte de los equipos y materiales estará a cargo del Representante desde el puesto de embarque a los almacenes de este último, para lo cual el proveedor deberá entregar un programa de puesta FOB acorde al programa general y las recomendaciones necesarias para su almacenaje.

3. El transporte de los almacenes al lugar de instalación correrá a cargo del Representante.

4. Esta Especificación será anexada al contrato para el suministro del SIT destinado a equipar la red de tracción de las líneas del Metro de la Ciudad de México, por lo que su suministro habrá de requerirse por el programa general.

015.C.05 REFACCIONES

El constructor habrá de cotizar un lote de piezas de refacción equivalente a un 3 por ciento del valor total del suministro, que él mismo propondrá, siendo esto objeto de aprobación por parte del Representante.

El lote anterior deberá entregarse a más tardar en la puesta en servicio del primer equipo.

El constructor deberá estar en posibilidades de suministrar todos los materiales durante un tiempo mínimo de 10 años.

Deberá entregarse una lista completa de las piezas de refacción comprendiendo su precio unitario.

015.C.06 GARANTIA

El fabricante deberá garantizar que el material objeto de la presente Especificación será de primera calidad sin errores de diseño ni fabricación y conforme a la presente especificación técnica.

Si durante el primer año contado a partir de su instalación y de su puesta en servicio, el SIT presenta un defecto no imputable al funcionamiento normal, el fabricante deberá efectuar los estudios que fuesen necesarios y reparar este defecto o cambiar las partes defectuosas sin ningún gasto para el Representante.

015.C.07 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

CAPITULO 5. 02. 04. 016

CONTACTORES

016.A DESCRIPCION

Los contactores son interruptores automáticos de contactos móviles, con operación a distancia por medio de una bobina o electroimán; son utilizados para que a través de ellos se enlacen los circuitos de alimentación de la corriente de tracción del Metro de la Ciudad de México.

Estos aparatos de corte de funcionamiento automático pueden abrir o cerrar con carga. De acuerdo a su uso y características se clasifican como se indica a continuación:

1. Por su uso se pueden agrupar en tres clases: de seccionamiento, de tramo de protección y de terminal.

   a) Contactor de seccionamiento (CS). Son aquéllos que se encuentran ubicados en las subestaciones de rectificación (PR) de la frontera de zonas, razón por la cual las que alojan estos contactores son denominados PR, en seccionamiento o en "S"; las subestaciones sin CS se denominan PR en "T"; la función primordial de estos contactores cuando ocurre una falla en una zona, es la de abrirse en forma automática y de la misma manera segundos después volver a cerrarse, permitiendo la continuidad eléctrica entre las zonas de una línea; trabaja con un voltaje aplicado de 750 VCC.

   b) Contactor de tramo de protección (CTP). Son los contactores auxiliares que alimentan los tramos de protección correspondientes a las zonas, uno por vía, los cuales operan simultáneamente con el contactor de seccionamiento y permiten la desenergización de dichos tramos, cuando se desea el aislamiento eléctrico de una zona por causas que así lo requieran. Los CTP se encuentran instalados dentro del local o nicho de tracción a lo largo de la línea y son ubicados cerca del lugar donde están instalados los tramos de protección.

   c) Contactores de terminal (CT). Tienen como objeto aislar la vía principal de llegada de las vías secundarias en todas las terminales, preferentemente del lado de salida de los trenes; se alimentan a través de un seccionador manual y se comandan desde el PCC.

2. Por sus características, los contactores se pueden clasificar en dos tipos:

   — Contactor de 800 A, 750 VCC.

   — Contactor de 3000 A, 750 VCC con alto poder de corte.

Los contactores, dependiendo de su uso y características, están integrados por diversos elementos, siendo los básicos los siguientes:

— Bobina de cierre.

— Bobina de falta de tensión.

— Juego de contactos auxiliares para asegurar las funciones de operación, automaticidad y señalización de posición.

— Conexiones para los circuitos de alimentación, mando y control por medio de cables flexibles multiconductores a base de clavijas múltiples para conectarlas en las cajas de control.

— Conexiones al circuito de potencia, ya sea por conectores de dedos a presión en plata o por conexiones desconectables.

— Armario de mando comprendiendo automatismos de funcionamiento, relevadores de tensión de 750 V y relevadores de mando y control.

016.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales y componentes de los contactores, objeto de esta Especificación, así como el contactor propiamente dicho deberán cumplir con los requisitos establecidos en la presente Especificación y por el proyecto, sin que éstos a su vez sean limitativos en cuanto a considerar conceptos que mejoren la calidad y fiabilidad de estos dispositivos.

Las características específicas de cada contactor serán las establecidas en el proyecto de acuerdo a su uso, además de las que a continuación se mencionan:

1. Contactor de 800 A, 750 V de corriente continua

   a) Características generales. Los contactores serán del tipo "sobre barras descubiertas" y contendrán en particular:

      — Dos polos de soplado magnético montados en serie.

      — Una bobina de atracción alimentada en corriente de 220 V, 60 Hz, rectificada.

      — Un rectificador seco.

      — Un contacto de economía con resistencia vitrificada o de cerámica.

      — Dos contactos inversores auxiliares.

   b) Los contactores de 800 A serán utilizados por grupos de dos y mandados simultáneamente por

intermedio de un relé contactor con dos contactos, 10 A al cierre, bobina de 220 V, 60 Hz. Este contactor es parte del suministro.

c) Los contactos principales serán de alto poder de corte de cobre insoldable para servicio intensivo.

d) Los conjuntos compuestos de dos contactores de 800 A con todo el equipo de funcionamiento que figura en los planos de proyecto serán montados sobre dos chasis de fierro con perfiles galvanizados. La parte de 750 V será montada con doble aislamiento.

e) La fabricación, salvo derogación especial, deberá responder a las últimas especificaciones de la UTE o especificaciones similares en vigor aprobadas por el Representante a la fecha de la notificación del contrato.

f) El contactor podrá admitir una sobreintensidad de 22 000 A durante un tiempo inferior a un segundo y tendrá un poder de corte de 15 000 A sobre 750 volts.

2. Contactor de 3000 A, 750 VCC con alto poder de corte

a) Características generales. El contactor será del tipo "sobre barras descubiertas" y comprenderá en particular:

— Dos polos de soplado magnético montados en serie.

— Dos bobinas de atracción alimentadas con corriente de 220 V, 60 Hz, rectificada.

— Un rectificador seco.

— Un contacto de economía con resistencia vitrificada o de cerámica.

— Cuatro contactos auxiliares para el cierre.

— Cuatro contactos auxiliares para la apertura.

b) El contactor será montado con doble aislamiento sobre un chasis con perfiles de fierro galvanizado.

c) El suministro comprenderá todo el equipo que aparece sobre el diagrama de principio.

d) Los circuitos de relevadores de apertura y de cierre son destinados a enlazar los contactos de relevadores dependientes de una teletransmisión electrónica codificada.

e) La fabricación, salvo derogación especial, deberá responder a las últimas especificaciones de la UTE o especificaciones similares en vigor aprobadas por el Representante.

f) El contactor podrá admitir una sobreintensidad de 30 000 A durante un segundo y tendrá un poder de corte de 30 000 A sobre 750 volts.

016.C.01 MUESTREO

El fabricante efectuará todas las pruebas y los controles necesarios para garantizar la ejecución correcta y el funcionamiento satisfactorio de los equipos definidos en la presente Especificación.

1. El Representante se encargará de supervisar el estudio, la construcción y el montaje de los equipos en los talleres del fabricante y éste podrá suspender toda la realización que no esté conforme a las especificaciones y ordenar reemplazar toda pieza que se deteriore durante el transporte o el montaje.

2. Los retardos que resulten por pruebas suplementarias o de modificaciones necesarias por defectos de fabricación serán a cargo del fabricante.

016.C.02 PRUEBAS

Cada equipo sufrirá pruebas sucesivas, primero en la fábrica y posteriormente después del montaje. Estas serán realizadas por el fabricante bajo su responsabilidad y en presencia del Representante. Cada una de esas pruebas dará lugar a un acuerdo para la recepción provisional que no podrá ser efectuada sino hasta después de la ejecución de la serie de pruebas.

1. Pruebas en fábrica. Precederán a todas las pruebas de aislamiento y calentamiento reglamentarias.

a) Serán hechos cortes consecutivos en el equipo para intensidades de corriente comprendidas entre 10 000 y 100 A sobre una tensión de 750 V en circuito no inductivo.

b) Después de las pruebas los equipos deberán estar en estado normal de funcionamiento y los contactos no deberán tener ningún indicio de deterioro y deberá poderse, si así se requiere, ser entregados en ese estado sin desmontaje ni cambio de piezas.

2. Pruebas sobre el lugar de instalación. Serán precedidas de una verificación del montaje y de buen funcionamiento, para lo cual el constructor propondrá un cuaderno de pruebas de funcionamiento.

3. El Representante tendrá acceso a todas las instalaciones del fabricante durante la fabricación y pruebas para inspeccionar el equipo, calidad de los materiales y mano de obra.

4. Las inspecciones y pruebas efectuadas no relevarán al fabricante de la responsabilidad de cumplir con estas especificaciones y con el tiempo de entrega indicado en la orden de compra.

016.C.03 BASES DE ACEPTACION

Tanto los contactores como los materiales que los integran, sólo podrán ser aceptados si cumplen con todas las condiciones impuestas por la presente Especificación, además de lo que a continuación se indica:

1. El fabricante o su Representante asistirá obligatoriamente a un control general del aparato en servicio durante los primeros días de funcionamiento.

2. Dentro de un periodo de 15 días después de la primera puesta en tensión será efectuada la recepción provisional de los equipos correspondientes sin reserva; si el montaje, la instalación y el funcionamiento son reconocidos como satisfactorios, con reservas; si son detectadas anomalías en la instalación o en el funcionamiento, corresponderá al fabricante remediar cualquier defecto a su costo y en un tiempo lo más corto posible.

3. Si la puesta en servicio o las pruebas son retardadas, por razones ajenas al fabricante, la fecha oficial de la recepción provisional será entonces la fecha del final de las pruebas de las instalaciones, retrasada un mes, bajo reserva de que las pruebas de puesta en servicio reales sean satisfactorias; cuando ellas puedan ser efectuadas, se establecerá:

   — Un proceso verbal para cada equipo completo.

   — El tiempo de garantía será de un año contado a partir de la recepción provisional. La recepción definitiva será dictada a la expiración de este tiempo de garantía.

4. La recepción definitiva será dictada y el tiempo de garantía expirará a más tardar 18 meses de la puesta FOB (libre a bordo) del material considerado.

016.C.04 EMPAQUE Y EMBARQUE

Los equipos y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las mejores prácticas comerciales compatibles con el tipo de transporte.

1. Cualquier daño imputable a empaque defectuoso o inadecuado deberá ser cubierto por el proveedor.

2. El transporte de los equipos y materiales estará a cargo del Representante desde el puesto de embarque a los almacenes de este último, para lo cual el proveedor deberá entregar un programa de puesta FOB acorde al programa general y las recomendaciones necesarias para su almacenaje.

3. El transporte de los almacenes al lugar de instalación correrá a cargo del Representante.

4. Esta Especificación será anexada al contrato para el suministro de los contactores destinados a equipar la red de tracción de las líneas del Metro de la Ciudad de México, por lo que su suministro habrá de requerirse por el programa general.

016.C.05 REFACCIONES

El constructor habrá de cotizar un lote de piezas de refacción equivalente a un 3 por ciento del valor total del suministro, que él mismo propondrá siendo esto objeto de aprobación por parte del Representante.

El lote anterior deberá entregarse a más tardar en la puesta en servicio del primer equipo.

El constructor deberá estar en posibilidades de suministrar todos los materiales durante un tiempo mínimo de 10 años.

Deberá entregarse una lista completa de las piezas de refacción comprendiendo su precio unitario.

016.C.06 GARANTIA

El fabricante deberá garantizar que el material objeto de la presente Especificación será de primera calidad sin errores de diseño ni fabricación y conforme a la presente especificación técnica.

Si durante el primer año contado a partir de su instalación y de su puesta en servicio los contactores presentan un defecto no imputable al funcionamiento normal, el fabricante deberá efectuar los estudios que fuesen necesarios y reparar este defecto o cambiar las partes defectuosas sin ningún gasto para el Representante.

016.C.07 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

CAPITULO 5. 02. 04. 017

INTERRUPTORES

017.A DESCRIPCION

Los interruptores objeto de la presente Especificación son los dispositivos que permiten alimentar o aislar en forma automática, ya sea en mando local o a distancia, la corriente de tracción en determinados tramos de vía de las líneas del Metro de la Ciudad de México.

Estos instrumentos se encuentran dotados de una protección magnética encargada de desconectarlos en caso de sobrecorrientes; sin embargo, pueden abrirse o cerrarse con carga. De acuerdo a su uso y características se clasifican como se indica a continuación:

1. Por su uso se agrupan principalmente en tres clases: de vía de enlace, de fosa de visita y de vías secundarias.

   a) Los interruptores de vía de enlace (IVE), son aquéllos que permiten la alimentación de la vía de enlace desde la vía principal con ayuda de un seccionador inversor bipolar; en caso de falla de este IVE, colocando el seccionador en la posición socorro se da servicio al enlace mientras se repara el IVE; son ubicados en un local o nicho del lado de la vía principal.

   b) Los interruptores de fosa de visita (IFV), son aquéllos que permiten la alimentación de las fosas de visita, las que normalmente se encuentran en las colas de terminal; estos IFV también pueden contar con una posición de socorro a través de un seccionador inversor bipolar.

   c) Los interruptores de vías secundarias (IVS) son aquéllos que permiten la alimentación de las vías secundarias; pueden ser cerrados o abiertos por un conmutador rotativo situado en el TCO del PCC. Existen dos conmutadores en el equipo que en condiciones normales, uno debe estar en mando a distancia y el otro en servicio. El mando de cierre del IVS es efectuado desde el PCC mas si por alguna falla éste no fuera efectivo, se debe colocar un inversor en posición socorro.

2. Por sus características. Los interruptores se clasifisan en dos tipos:

   a) Interruptor de 1800 A, 750 VCC.

   b) Interruptor de 3000 A, 750 VCC:

      — Tipo VS de "alto poder de corte".

      — Tipo A de "alto poder de corte".

017.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los interruptores y los materiales que los conforman deberán cumplir los requisitos establecidos por el proyecto y por el proveedor de común acuerdo con el Representante, además de considerarse lo siguiente:

1. Características generales. Todos estos interruptores serán del tipo "sobre barras descubiertas" y tendrán en particular:

   — Dos polos de soplado magnético montados en serie.

   — Dos bobinas de atracción alimentadas con corriente de 220 V, 60 Hz, rectificada.

   — Un rectificador seco.

   — Un contacto de economía con resistencia vitrificada o de cerámica.

   — Tres contactos auxiliares para el cierre.

   — Tres contactos auxiliares para la apertura.

   a) Cada interruptor será montado con doble aislamiento sobre un chasis de fierro con perfiles galvanizados. Este chasis será suministrado y equipado con todas las piezas que figuran en el plano de proyecto para los tipo VS y para los tipo A.

   b) Los relevadores R1 que equiparán todos los interruptores tipo VS serán del tipo "seguro" y responderán a las características siguientes:

      — Contactos de poder de corte nominal de 750 V mínimo.

      — Metal de dichos contactos "insoldables".

      — Caída del relevador asegurada por gravedad en caso de ruptura de los resortes de retroceso.

      — Contactos solidarios entre ellos debido a contraláminas o un sistema equivalente.

      — Ausencia de puntos de fricción en el movimiento del equipo móvil.

      — Consumo mínimo: 1 watt.

        Máximo: 5 watts.

      — Tensión de alimentación: 120 VCC (funcionamiento asegurado entre 90 y 150 V).

      — Garantías técnicas y pruebas.

c) La fabricación, salvo derogación especial, deberá responder a las últimas especificaciones de la UTE o especificaciones similares en vigor aprobadas por el Representante a la fecha de la notificación del contrato.

d) Los interruptores deberán soportar y responder a las siguientes características:

— Interruptores de 1800 A:

Sobreintensidad admisible durante menos de un segundo	30 000 A
Poder de corte	18 000 A

— Interruptores de 3000 A:

Sobreintensidad admisible durante un segundo	30 000 A
— Poder de corte	30 000 A

017.C.01 MUESTREO

El muestreo y pruebas deberán realizarse de acuerdo a las indicaciones que al respecto dé el fabricante y sean autorizadas por el Representante.

017.C.02 PRUEBAS

Cada equipo sufrirá pruebas sucesivas, primero en la fábrica y posteriormente después del montaje. Estas serán realizadas por el fabricante bajo su responsabilidad y en presencia del Representante. Cada una de estas pruebas dará lugar a un acuerdo para la recepción provisional que no podrá ser efectuada sino hasta después de la ejecución de la serie de pruebas.

1. Pruebas en fábrica. Precederá a todas las pruebas de aislamiento y calentamiento reglamentarias.

   a) Serán hechos cortes consecutivos en el equipo para intensidades de corriente comprendidas entre 10 000 y 100 A sobre una tensión de 750 V en circuito no inductivo.

   b) Después de las pruebas los equipos deberán estar en estado normal de funcionamiento y los contactos no deberán tener ningún indicio de deterioro y deberán poderse, si así se requiere, ser entregados en ese estado sin desmontaje ni cambio de piezas.

2. Pruebas sobre el lugar de instalación. Precederán a una verificación del montaje y de buen funcionamiento, para lo cual el constructor propondrá un cuaderno de pruebas de funcionamiento.

017.C.03 EMPAQUE Y EMBARQUE

Los equipos y todos sus componentes deberán empacarse de acuerdo a las mejores prácticas comerciales compatibles con el tipo de transporte.

1. Cualquier daño imputable a empaque defectuoso o inadecuado deberá ser cubierto por el proveedor.

2. El transporte de los equipos y materiales estará a cargo del Representante desde el puesto de embarque a los almacenes de este último, para lo cual el proveedor deberá entregar un programa de puesta FOB (libre a bordo) acorde al programa general y las recomendaciones necesarias para su almacenaje.

3. El transporte de los almacenes al lugar de instalación correrá a cargo del Representante.

4. Esta Especificación será anexada al contrato para el suministro de interruptores destinados a equipar la red de tracción de las líneas del Metro de la Ciudad de México, por lo que su suministro habrá de requerirse por el programa general.

017.C.04 REFACCIONES

El constructor habrá de cotizar un lote de piezas de refacción equivalente a un 3 por ciento del valor total del suministro, que él mismo propondrá, siendo esto objeto de aprobación por el Representante.

El lote anterior deberá entregarse a más tardar en la puesta en servicio del primer equipo.

El constructor deberá estar en posibilidades de suministrar todos los materiales durante un tiempo mínimo de 10 años.

Deberá entregarse una lista completa de las piezas de refacción comprendiendo su precio unitario.

017.C.05 GARANTIA

El fabricante deberá garantizar que el material objeto de la presente Especificación será de primera calidad sin errores de diseño ni de fabricación y conforme a la presente especificación técnica.

Si durante el primer año contado a partir de su instalación y de su puesta en servicio los interruptores presentan un defecto no imputable al funcionamiento normal, el fabricante deberá efectuar los estudios que fuesen necesarios y reparar este defecto o cambiar las partes defectuosas sin ningún gasto para el Representante.

017.C.06 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos eventuales de patente que pudieran presentarse estarán a cargo del proveedor quien garantizará al Representante contra cualquier reclamación al respecto.

CAPITULO 5. 02. 04. 018

SUBESTACIONES DE VENTILACION

018.A DESCRIPCION

La subestación de ventilación es el conjunto de equipo y material eléctrico, cuya función es modificar la tensión de alimentación del servicio en la forma que se requiera para satisfacer la demanda de energía elécirica del sistema de ventilación en las interestaciones del Metro de la Ciudad de México.

En forma general los conceptos que integran dichas subestaciones son los mismos que conforman la subestaciones de alumbrado y fuerza, a excepción de los desconectadores sin carga. Las características complementarias son las que se describen en 5.02.04.001 "Subestaciones de alumbrado y fuerza".

018.B REFERENCIAS

Para la verificación de las características de las subestaciones de ventilación se hará uso, como referencia, de la Especificación 5.02.04.001 "Subestaciones de alumbrado y fuerza".

018.C REQUISITOS DE CALIDAD

Los componentes de las subestaciones de ventilación, objeto de esta Especificación, deberán cumplir con lo establecido en 5.02.04.001.C.

CAPITULO 5. 02. 04. 019

ESCALERAS Y ACERAS MOVILES

019.A DESCRIPCION

Son equipos electromecánicos, que permiten el traslado de personas de una zona o nivel a otro, dentro de una misma estación o correspondencia del Metro de la Ciudad de México; los equipos que se usarán son:

1. Escaleras eléctricas. Equipos que efectúan el desplazamiento de personas de un nivel a otro, sobre un plano inclinado.

2. Aceras móviles. Equipos que efectúan el desplazamiento de personas de una zona a otra sobre un plano básicamente horizontal.

019.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Motores tipo jaula de ardilla horizontales	5.02.04.010
Centro de control de motores	5.02.04.007
Tableros de control automático	5.02.04.004
Láminas de acero al carbono galvanizadas	4.01.01.005.E
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Acero estructural	4.01.01.005.C
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Pernos de acero al carbono	4.01.01.005.K
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.04.01.005.L
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Pintura de acabado	4.01.01.022.B
Código de seguridad de normas nacionales americanas para elevadores, escaleras eléctricas y aceras móviles	ANSI A-171-1971

019.C REQUISITOS DE CALIDAD

Las escaleras y aceras móviles serán fabricadas en las dimensiones y con los materiales y productos de la calidad y características que indique el proyecto; deberán cumplir además, con lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias, así como en los códigos internacionales vigentes, que entre otros son:

1. "Código de Seguridad de Normas Nacionales Americanas para elevadores, escaleras eléctricas y aceras móviles", A-171.1-1971, ANSI; Código de Especificaciones del Comité Europeo de Normalización, CEN; Código EN 115 e.g. BS5656, NF P82-500.

La fabricación y suministro de las escaleras y aceras móviles se ajustará a las características geométricas, mecánicas y de operación que indique el proyecto, tomando en cuenta lo siguiente:

1. Deberán ser capaces de operar continuamente en cualquier dirección, con carga completa de pasajeros, durante un periodo de 20 horas mínimo por jornada, en los siete días de la semana, considerando que su capacidad de transporte será de 11 700 personas por hora y, durante las horas pico de servicio, estarán funcionando a plena capacidad.

2. Los equipos no deberán requerir reparaciones mayores durante los primeros 15 años o 100 000 horas de uso, contados a partir de su aceptación; deberán ser acondicionados para prevenir focos de incendio y tener acceso para llevar a cabo la limpieza y mantenimiento, sin necesidad de quitar los panales por donde circulan los usuarios.

3. Las escaleras y aceras móviles tendrán la longitud que indique el proyecto y las siguientes dimensiones mínimas: ancho, que será de 1.20 m al nivel de la parte superior de los zoclos inferiores, de 1.01 m al nivel de los escalones o la banda transportadora; los escalones y la banda transportadora de la acera serán de 1.0 m de ancho, el peralte máximo entre dos escalones consecutivos será de 0.20 m, el número de escalones será el requerido, considerando que deberán formar en los descansos superiores e inferiores de las escaleras, plataformas horizontales aparentes, constituidas por tres escalones.

4. La velocidad de operación será: En escaleras, de 0.65 m/s, y en aceras estará comprendida entre 0.65 m/s y 0.75 m/s como máximo; las escaleras tendrán una inclinación de 30° y las aceras se deberán considerar básicamente horizontales, con capacidad para absorber desniveles de hasta $\pm$ 4 por ciento con respecto a la horizontal.

5. Las escaleras y aceras móviles tendrán funcionamiento reversible y su velocidad será igual en ambos sentidos; el cambio del sentido de operación será dado por medio de contactos de llave que

se situarán uno en cada extremo de los equipos; las aceras tendrán funcionamiento intermitente cuando se tenga tráfico escaso, para lo cual contarán con fotoceldas ubicadas en los accesos.

Las escaleras y aceras móviles, estarán constituidas por los siguientes elementos:

1. Pasamanos. Cada equipo tendrá dos pasamanos que tendrán las características siguientes:

   a) Formarán una banda sinfín, sin junta visible; el recubrimiento exterior será de hule natural negro con superficie lisa y brillante, sin burbujas ni rebabas; el refuerzo interior será a base de capas de tela de algodón y alma metálica, de una sola pieza, plegadas sin costura ni rugosidades; su rigidez lateral no permitirá que una sola persona pueda desmontarlo; la carga mínima de ruptura será de 3600 daN (3670.98 kgf); funcionarán en el mismo sentido de operación del equipo, a igual velocidad y la tolerancia aceptable será de más o menos el 2 por ciento de esa velocidad.

   b) Las guías de los pasamanos serán de lámina de acero galvanizado, tratadas contra la corrosión; tendrán un dispositivo tensor, fácilmente ajustable y accesible desde el interior del equipo; rodarán en torno de poleas montadas sobre un eje provisto de cojinetes de bolas, con un arco de contacto de 180 grados y desmontables; las poleas serán impulsadas por cadenas de rodillos, que tendrán un tensor de cadena con piñón montado sobre cojinetes; contarán con un contacto eléctrico de seguridad, el cual provocará el paro del equipo en caso de falla del pasamanos; el mecanismo accionador de los pasamanos se ubicará dentro de la estructura de los mismos.

2. Maquinaria. Será del tipo compacto 16 VEC, incorporada dentro de la estructura del equipo, de acuerdo con lo siguiente:

   a) El motor será eléctrico, trifásico, asíncrono, tipo jaula de ardilla, con protección clase IP 55 y aislamiento clase NEMA-E, para una carga útil mínima de 108 daN (110.13 kgf) por escalón; la transmisión a la flecha principal del equipo se hará por medio de cadena de rodillos, los que tendrán una carga de ruptura de 41 730 daN (42 552.76 kgf), tipo dúplex; los vástagos fileteados para tensar la cadena impulsora tendrán protección contra la corrosión.

   b) La maquinaria será del tipo que requiera servicio mínimo de mantenimiento; la lubricación se efectuará para los dos sentidos de rotación; el periodo entre dos vaciados y cambios de aceite, será cuando menos de dos años; se suministrará con cada equipo, un volante de maniobras que se adaptará al extremo libre de la flecha del motor, la cual en servicio normal, estará protegida por una guarda de seguridad con un contacto eléctrico de cierre.

3. Frenos. Tendrán dos sistemas de frenado, que son y tendrán las características siguientes:

   a) Frenos de servicio normal. El freno actuará sobre una polea fijada a las flechas del motor; su aplicación será mecánica y se liberará eléctricamente: estará alimentado por la corriente del tablero y tendrá una manija para desbloqueo manual y un contacto de control para aflojarlo.

   b) Frenos de emergencia. El freno estará montado en la flecha principal impulsora del equipo, sobre la que actuará mediante un disco de acero colado, sometido a la acción de una zapata de frenado; incluirá un contacto de control de aflojamiento; la operación del freno estará bajo la dependencia directa de un regulador de sobrevelocidad y un detector de cambio de dirección.

   c) El freno normal detendrá por sí solo al equipo con una carga de 108 daN (110.13 kgf) por escalón o paso de acera en una distancia de 1.20 m (en ascenso para la escalera); las distancias son horizontales. El freno de emergencia actuará antes de que la velocidad supere el 140 por ciento de la velocidad normal, con una carga de 108 daN (110.13 kgf) por escalón (en descenso para la escalera), en una distancia de 0.60 m, o en el caso del simple inicio de giro en sentido contrario, cuando el equipo esté funcionando.

   d) Los frenos serán silenciosos y capaces de sostener en detención, una carga de 200 daN (203.04 kgf) por escalón o paso de acera; el regulador de velocidad estará protegido contra toda clase de salpicaduras; incluirán un dispositivo para prueba y ajuste; los frenos deberán ser probados y ajustados antes de la presentación del equipo para su aceptación.

4. Chumaceras. Tendrán las siguientes características:

   a) Las de las flechas y piezas giratorias que realicen un movimiento de rotación completo, estarán provistas de cojinetes de bolas o rodillos para una duración de 70 000 horas a plena carga, como mínimo.

   b) Para las flechas y piezas que giren con movimiento alternativo, las chumaceras estarán provistas de cojinetes de agujas, que tendrán una duración de 70 000 horas de uso a plena carga, como mínimo.

   c) La lubricación para las chumaceras será un engrasado para un periodo mínimo de 70 000 horas de operación a plena carga.

5. Banda transportadora. Las escaleras y aceras móviles tendrán una banda transportadora, de acuerdo con lo siguiente:

   a) Escaleras. La banda transportadora estará formada por un número determinado de escalones, que tendrán un ancho de 1.00 m. La huella será de 0.496 m, serán de aluminio e intercambiables entre sí y entre la totalidad de las escaleras suministradas; la huella estará ranurada en el mismo sentido del desplazamiento al igual que la contrahuella; cada escalón se deslizará sobre ocho rodillos con un diámetro de 0.0762 m y tendrán una llanta de neopreno

de 0.020 m de ancho; el dispositivo de sujeción permitirá el centrado exacto de los escalones y su ajuste deberá efectuarse fácilmente y será duradero.

b) Aceras móviles. El paso de la banda transportadora podrá ser a base de paletas de aluminio, banda de hule u otro material similar; tendrá un ancho mínimo de 1.00 m, y deberá reunir las características generales indicadas para las escaleras.

6. Carriles. Los carriles de rodamiento de los rodillos serán continuos, de acero semiduro rolado en frío y de 0.003 m de espesor; irán fijos a soportes especiales y no estarán soldados al armazón ni entre sí y serán ajustables; cuando sea necesario se colocarán dobles pistas de rodamiento circulares; el radio de curvatura de los carriles de rodamiento será de 0.0026 m en la parte superior y de 0.002 m en la inferior.

7. Placas. Los equipos tendrán placas peine y placas de descanso de acuerdo con lo siguiente:

   a) Las placas peine serán de aluminio y tendrán varios elementos intercambiables; serán rápidamente desmontables en caso de avería; los dientes peine penetrarán en el ranurado de los escalones, en una profundidad de 8 mm y una longitud de 60 mm; tendrán un dispositivo de seguridad eléctrico, y estarán sujetas a las placas de descanso.

   b) Las placas de descanso serán de aluminio fundido y la superficie será antirresbalante; la placa tendrá una flexión menor de 2 mm, bajo la acción de una carga de 75 daN (76. 48 kgf), y no deberá quedar deformación al retirarla.

8. El juego máximo, en un punto cualquiera del equipo que entre en contacto con los usuarios, será menor de 4 milímetros.

9. Estructura. La estructura de las escaleras y aceras móviles, tendrá las siguientes características:

   a) Estará formada por perfiles de acero estructural para soportar una sobrecarga estática de 200 daN (203.94 kgf) por escalón o paso de acera sin que la flexión entre apoyos rebase 1/1500 del alcance total; tendrá todos los soportes y refuerzos necesarios para la colocación y sujeción de los elementos de accionamiento; los distintos elementos del armazón se unirán entre sí por medio de pernos y tornillos; el armazón será protegido totalmente con galvanizado en caliente; el espesor de zinc será de 70 a 80 micras; estará constituida por las siguientes partes:

      — Una parte que incluirá la maquinaria y sostendrá los mecanismos accionadores de los pasamanos; en las escaleras, será la parte superior.

      — La segunda parte que será de longitud variable, formada por la parte central (inclinada en las escaleras), que serán tramos que sostendrán los diferentes carriles y los soportes de la balaustrada y de los pasamanos.

      — La tercera parte, será el otro extremo del equipo (parte inferior de las escaleras), que incluirá varios mecanismos transmisores.

   b) Para el caso de las juntas de dilatación, en los equipos de transportación, uno de los extremos de apoyo de los mismos permitirá el deslizamiento; en el caso de apoyos intermedios, éstos irán en lado fijo de las escaleras.

Las escaleras y aceras móviles, estarán provistas de lo siguiente:

1. Un contacto eléctrico que controlará la ruptura o alargamiento anormal de las cadenas accionadoras y cualquier desplazamiento anormal en uno u otro sentido del carro tensor de las cadenas de accionamiento.

2. Un dispositivo de parada de emergencia, colocado en la guía de la banda transportadora, cerca de los extremos de los equipos, el cual cortará el circuito y parará el equipo en el momento en que los escalones o el paso de la acera se atoren entre sí o con la placa peine; todos los dispositivos serán accesibles.

3. Dispositivos accionadores de la banda transportadora

   a) Las cadenas de rodillos tendrán una carga de ruptura de 22 000 daN (22 433.76 kgf); cada elemento de la cadena comprenderá tres eslabones articulados de 135.4 mm; en torno a cada articulación y entre las caras internas de los eslabones, estarán los rodillos de acero que engranarán con las ruedas dentadas de accionamiento y volteo de las cadenas; se tendrán las siguientes tolerancias:

      — Una desviación máxima de 0.25 mm, en la distancia entre los centros de los ejes accionadores consecutivos de una cadena a otra.

      — Un desplazamiento máximo de 0.5 mm, entre los dos extremos del eje accionador.

      — El error máximo de paralelismo entre dos ejes accionadores, separados por 10 escalones, será menor de 1.5 milímetros.

      — Todas las cadenas estarán protegidas contra la corrosión.

   b) Las cadenas estarán enlazadas por ejes, los cuales formarán tirantes, en los que se engancharán los escalones o paso de la acera; estos ejes mantendrán las cadenas en sus respectivos lugares, al desmontar los escalones; los pernos y bujes estarán provistos de las ranuras y gargantas necesarias para la lubricación de las articulaciones, la cual será axial.

   c) Todas las partes de los elementos de operación que representen peligro, estarán provistas de guardas desmontables en forma de rejilla.

4. Flecha principal y dispositivo de inversión

a) La flecha principal podrá ser desmontable desde el interior y por la parte alta del equipo; estará formada por:

— Rueda dentada para el accionamiento principal.

— Dos ruedas dentadas para el accionamiento de las cadenas de la banda transportadora.

— Ruedas dentadas para el accionamiento de las poleas del pasamanos.

— El disco del freno de emergencia.

b) El dispositivo de inversión de los equipos estará sujeto a un chasis que forma el carro tensor y estará provisto de rodillos que aseguren su desplazamiento longitudinal y de un sistema lateral de guía; tendrá un sistema ajustable para asegurar la tensión de las cadenas.

Estará sostenido y guiado por carriles de acero, que estarán sujetos al armazón; tendrá contactos eléctricos que detectarán cualquier desplazamiento del dispositivo tensor, con lo que se controlará el alargamiento, la rotura o el atascamiento de las cadenas.

5. Sistema de lubricación

Todos los cojinetes estarán engrasados para un periodo de 70 000 horas de funcionamiento a plena carga; todas las piezas giratorias que no estén lubricadas de este modo o por un sistema de inmersión, estarán unidas a boquillas de engrasado; las boquillas serán fácilmente accesibles, tendrán canalizaciones de 4 y 6 mm y cada una alimentará un solo punto de engrasado.

La parte inferior de los armazones superiores e inferiores y el recorrido de todas las cadenas estarán provistos de recipientes colectores de los residuos y sobrantes de engrasado; serán de lámina y desmontables.

6. Intercambiabilidad y protecciones

a) Todas las piezas distintas de los mecanismos, serán idénticas e intercambiables entre sí, tanto en un mismo equipo como entre la totalidad de los equipos suministrados.

Ninguna pieza sometida a desgaste o que tenga ajuste estará sujeta o unida por medio de soldadura o remachado; en especial, las flechas y ejes que sostengan cojinetes, las coronas dentadas, los piñones de las cadenas, los carriles guía, etc.; estas piezas serán rápida y fácilmente desmontables, ya sea en forma de piezas primarias o en forma de submontajes; la operación de desarmado no requerirá del retiro de una pieza del armazón.

La posición de los equipos permitirá desarmar las flechas principales y secundarias, desde arriba de los mismos; estarán provistas de un sistema de trabazón tal que, en caso de una reparación, no se requiera desmontar más de 9 o 10 escalones o pasos de acera.

b) Protección. Todas las piezas de las escaleras y aceras móviles, salvo el armazón galvanizado, los elementos mecánicos lubricados y las piezas especialmente tratadas o protegidas mediante otro procedimiento, recibirán después de un cepillado, desengrasado y chorreado con arena, y antes de su montaje, una capa de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura gliceroftálica, debiendo quedar con un espesor mínimo de 60 micras; el tratamiento se les aplicará nuevamente después de su montaje en fábrica, de su transporte y su colocación en la obra; las piezas no sometidas a fricción, se protegerán por medio de barnices.

Todas las piezas de las escaleras y aceras móviles, incluyendo las bandas de los rodillos, serán de materiales autoextinguibles y difícilmente inflamables; en el lugar de volteo de la banda transportadora (escalones o paso de acera), se tendrán dos recipientes, uno para recolectar la basura y otro para captar los goteos de aceite.

Los equipos no producirán vibraciones que afecten a la estructura de la obra civil; el ruido máximo aceptable que producirán, será de 65 decibeles, medidos a la distancia de 1 m por encima del suelo y desde un punto cualquiera del equipo.

7. Esquema eléctrico, dispositivos de control y controlador

a) En caso de falta de corriente, los dispositivos de seguridad de que estarán provistos los equipos, funcionarán mediante la apertura de un contacto; los equipos estarán provistos de:

— Un control monofásico de corte.

— Relés térmicos de protección contra sobrecargas.

— Relés para el funcionamiento de dos cintas para paro de emergencia, que se ubicarán una en cada extremo del equipo.

— Un mando local.

— Protección diferencial para seguridad de los trabajadores.

— Dos tomas de corriente de 110 V para alumbrado y dos tomas para revisión; las tomas para revisión, dejarán fuera de funcionamiento el mando local y tendrán una caja provista de botones que formará parte del suministro.

b) Todos los contactos de puesta fuera, serán del tipo de "ruptura súbita"; los dispositivos de control serán todos fácilmente accesibles, estarán unidos en forma hermética a un controlador eléctrico que será del tipo hermético, de lámina de acero de 2 mm de espesor; el diagrama eléctrico del aparato, deberá tomar en cuenta la transmisión de las alarmas al puesto centralizado de mando y al centro de vigilancia local (estación).

c) Las conexiones quedarán alojadas en la balaustrada o estructura de los equipos; los cables tendrán una cubierta de neopreno; los cables instalados en la parte inclinada del equipo quedarán alojados en un canal de acero; los circuitos de energía y alumbrado serán del tipo U 1000 RO 2 V de la UTS; los de control serán del tipo U 1000 SC 12 N; los cables de los circuitos de control serán de conductores múltiples.

d) Se incluirán en el suministro dos cajas de paro de emergencia a disposición del público, que se ubicarán en los extremos de los equipos; tendrán al abrirse una alarma sonora y serán de lámina de acero inoxidable.

8. Recubrimiento

Los recubrimientos se sujetarán a la estructura de los equipos por medio de los herrajes que serán suministrados con cada uno de ellos; estarán tratados contra la oxidación y recubiertos con dos capas de pintura; los revestimientos estarán de acuerdo con las características siguientes:

a) Tableros interiores. Serán de lámina de acero inoxidable Z 12 CN 10-08 de 1.5 mm de espesor, con acabado pulido y tendrán las dimensiones indicadas en el proyecto; su peso no será mayor de 20 daN (20.39 kgf) y tendrán una rigidez para soportar la flexión estática provocada por la aplicación de una fuerza de 50 daN (50.99 kgf), sin que le cause deformaciones permanentes; la cara interna de los tableros no deberá provocar vibraciones ni resonancias.

b) Los zoclos interiores serán de acero inoxidable, de 1.5 mm de espesor, rígidos y el hueso entre ellos y la banda transportadora, no será mayor de 4 milímetros.

c) Las molduras de los pasamanos y los soportes, serán de acero inoxidable, y las uniones estarán perfectamente alineadas y enrasadas.

d) Los tableros exteriores serán de acuerdo con las indicaciones del proyecto.

e) Se proveerá un dispositivo protector de vestidos, que será de perfil de hule; tendrá un diámetro externo de 25 mm y estará de acuerdo con el aprobado por el Metro de París.

019.C.01 RECEPCION Y ACEPTACION

El proveedor proporcionará, libre de cargos, un programa de pruebas y toda la información, incluyendo dibujos de taller, que se requiera para una buena inspección; deberá entregar los equipos solicitados conforme a las indicaciones del proyecto y lo señalado en este capítulo y sus referencias, tomando en cuenta lo siguiente:

1. La información se proporcionará en el idioma español y en el de origen; la información incluirá entre otras, lo siguiente:

— Certificados de pruebas de rutina y especiales.

— Instructivo de operación del equipo.

— Instructivo de mantenimiento.

— Catálogo de partes de todo el equipo, codificado de acuerdo con lo solicitado por COVITUR.

— Planos definitivos, correspondientes a la fabricación, ensamble y montaje de las escaleras eléctricas y las aceras móviles.

— Propuesta para capacitación técnica al personal que operará los equipos, la cual se efectuará a solicitud de COVITUR.

2. Buscará que la fabricación de las escaleras eléctricas y aceras móviles, tengan un mínimo del 30 por ciento de componentes de fabricación nacional, manteniendo la calidad de los equipos, materiales y mano de obra, así como respetando la garantía.

3. Todos los componentes de las aceras móviles y las escaleras eléctricas deberán empacarse conforme a las mejores prácticas comerciales; cualquier daño que los equipos y sus componentes sufran por empaque defectuoso o inadecuado, será corregido con cargo al proveedor; se deberán incluir en el embarque todos los instructivos y planos necesarios para el ensamble y puesta en servicio de los equipos; cada embarque deberá llevar en forma legible e indeleble, los siguientes datos:

— Nombre del cliente (COVITUR).

— Número de pedido.

— Marca del proveedor.

— Contenido del paquete.

4. Deberá recomendar un stock con las partes de repuesto que se considere necesarias para un periodo de dos años; estas partes no forman parte del suministro y sólo se adquirirán aquéllas que COVITUR estime convenientes.

5. Deberá entregar un catálogo y especificaciones de materiales, accesorios y demás componentes que se proponga utilizar en la fabricación de las escaleras y aceras móviles.

6. Los derechos de patente quedarán a cargo del fabricante o proveedor quien liberará a COVITUR contra cualquier reclamación o cargo por uso de patente en el suministro de materiales o equipos.

7. El proveedor garantizará que los equipos suministrados serán de primera calidad, que cumplen con las especificaciones, normas y códigos nacionales e internacionales aplicables y vigentes, así como el que estarán libres de fallas de materiales, diseño, operación y mano de obra; la vigencia mínima de la garantía, será de dos años a partir de la fecha de aceptación por parte de COVITUR.

019.C.02 INSPECCIONES Y PRUEBAS

COVITUR se reserva el derecho de inspeccionar todo el suministro, para comprobar que cumple con los requisitos de calidad y con las características geomé-

tricas y de operación solicitadas e indicadas en el proyecto.

Los equipos suministrados deberán cumplir con el 100 por ciento de los requisitos y características indicados en el proyecto y pactados en el contrato celebrado.

Todo equipo que no cumpla con lo indicado anteriormente deberá ser rechazado, sin costo para COVITUR.

CAPITULO 5. 02. 04. 020

EQUIPO DE BOMBEO

020.A DESCRIPCION

Los equipos de bombeo son equipos electromecánicos formados por una bomba y un motor eléctrico o de combustión interna; se utilizan para desplazar un fluido de un punto o nivel a otro, lo cual se logra mediante el incremento de la energía de movimiento del fluido, provocado por el impulsor de movimiento que tiene la bomba y que es accionado por el motor.

Los equipos de bombeo se seleccionan en función de las condiciones de servicio que se tengan y la naturaleza del fluido por manejar; las bombas son de diferentes tipos, que están en función de sus características de operación, y pueden ser fabricadas en diversos materiales, que se eligen en función de su resistencia a los efectos de las propiedades físico-químicas del fluido que se maneja.

Los equipos que se usarán en las instalaciones del Metro de la Ciudad de México, serán de los tipos y para operar bajo las condiciones generales de servicio que se indican a continuación.

1. Tipos de bombas:

   — Bombas centrífugas.

   — Bombas centrífugas inatascables.

   — Bombas sumergibles.

   — Motobombas centrífugas (equipo hidroneumático).

2. Condiciones generales de servicio:

   — Temperatura ambiente:

   Máxima 313.15 K (40°C).

   Mínima 269.15 K (— 4°C).

   Promedio 291.15 K (18°C).

   — *Altitud sobre el nivel del mar 2240 m.*

   — Presión barométrica: 77.04 kPa (585 mm Hg).

   — Líquido a manejar. Podrán ser para agua potable, aguas pluviales, freáticas, jabonosas o aguas negras.

   — Las bombas y motores serán para servicio continuo y funcionarán con succión ahogada e instaladas en cárcamo seco o sumergidas en el líquido a bombear.

Los equipos de bombeo se aplicarán en los sistemas hidráulicos de abastecimiento y distribución de agua potable, sistemas de protección contra incendio y en los sistemas de drenaje y desagüe del Metro; el proyecto indicará los tipos de bombas y motores así como los requisitos de operación y las características de fabricación que para cada caso, deberán reunir los equipos de bombeo.

020.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Tuercas de acero al carbono o aleado	4.01.01.005.L
Motores	5.02.04.010 y 011
Método de prueba hidrodinámica e hidrostática para bombas centrífugas	NOM O-139
Funcionamiento para bombas centrífugas	NOM O-141

020.C REQUISITOS DE CALIDAD

a) Las bombas centrífugas, las centrífugas inatascables y las motobambas centrífugas, serán del tipo horizontal, con carcasa de fierro; el impulsor será del material que resista las características físicoquímicas del líquido a bombear y dependiendo de su diseño, podrán tener prensaestopas o sello mecánico.

   1. Las bombas centrífugas y las motobombas podrán tener el impulsor del tipo abierto o cerrado, de acuerdo con la clase de líquido a manejar; las bombas centrífugas inatascables tendrán el impulsor tipo caracol.

   2. El acoplamiento de las bombas con los motores será a través de sus flechas, mediante un cople *flexible de la capacidad requerida, en las bombas* centrífugas y en las centrífugas inatascables; en las motobombas el acoplamiento será directo a la flecha del motor.

   3. Todos los motores eléctricos monofásicos o trifásicos serán del tipo inducción jaula de ardilla 127 V una fase, o 220 V tres fases, 60 Hz, con aislamiento clase NEMA "B", totalmente cerrados con rodamientos de bolas o tipo manguito y caja de conexiones a prueba de polvo.

   4. Los motores de combustión interna serán del tipo y características de operación que indique el proyecto.

b) Las bombas sumergibles tendrán carcasa de fierro o acero fundido, con todas sus partes revestidas de material epóxico, secado en caliente y con una capa final secada al ambiente.

1. Las bombas tendrán el impulsor de fierro fundido, del tipo inatascable, balanceado estática y dinámicamente, con capacidad para manejar sólidos, con sellos mecánicos en cámara de aceite, para efectos de lubricación y refrigeración.

2. Los motores tendrán rodamientos tipo bola, para las bombas grandes y para las chicas serán combinados del tipo bola y camisa; tendrán lubricación permanente, las flechas serán de acero inoxidable, al igual que todas sus partes expuestas y tornillos; serán del tipo para operar en aceite, con devanados abiertos y protección integrada para calentamiento excesivo.

c) El equipo de bombeo programado (hidroneumático), estará integrado por lo siguiente:

1. Motobomba centrífuga horizontal, con impulsor cerrado, acoplada directamente al motor eléctrico, que será trifásico de 220 V, 60 Hz.

2. Tanque de presión, que será cilíndrico, horizontal o vertical, con tapas semielípticas, construido en lámina de acero al carbón, del espesor requerido para soportar la presión de trabajo, teniendo en cuenta que la presión de prueba será igual a la presión de trabajo más el 30 por ciento de la misma como mínimo, y tendrá los coples necesarios para la operación del sistema.

3. Accesorios para el tanque de presión. Vidrio de nivel, apropiado para resistir la presión de operación del tanque; el nivel tendrá dos llaves roscadas, permitiendo la inferior el desagüe del mismo; manómetro con intervalo de presión de acuerdo a las prefijadas para arranque y paro del equipo; será de conexión roscada y la carátula tendrá graduación en kg/cm².

4. Hidropistón de aire. Será de operación automática, para suministrar la cantidad de aire requerida en el tanque, construido en plástico para una presión de prueba mínima de 509.96 kPa (5.2 kg/cm²), se usará en tanques hasta de 1000 litros y con presiones de trabajo máximas de 411.88 kPa (4.2 kg/cm²); todas las conexiones serán roscadas.

5. Compresor de aire. Será de un paso, para una presión máxima de 882.60 kPa (9 kg/cm²) y estará acoplado mediante un sistema de transmisión de bandas "V" y poleas, a un motor eléctrico trifásico de 220 V, 60 Hz; tendrá válvula solenoide de tres vías, normalmente cerrada y válvula de seguridad para prevenir sobrepresiones en el tanque.

6. Tableros de control y protección, apropiados para servicio interior, de construcción tipo NEMA 1, para realizar las funciones siguientes:

— Arrancar a tensión plena del equipo.

— Proporcionar protección contra sobrecargas y cortocircuito.

— Controlar automáticamente la operación del equipo en función de la demanda en la red, para lo que se usarán interruptores de presión o dispositivos similares.

— Señalar mediante luces piloto, el funcionamiento del equipo.

— Proporcionar protección por bajo nivel de la cisterna.

7. Todos los interruptores serán del tipo termomagnético; los arrancadores serán tipo magnético a tensión plena, con tres elementos térmicos de aleación fusible; los electrodos para protección por bajo nivel en la cisterna serán de bronce; estarán alojados en un gabinete manufacturado en lámina de acero al carbón calibre 16 USG, para montaje en muro, de color gris claro, ANSI-161.

d) Las bombas, motores y componentes que se suministren, deberán ser intercambiables entre sí sin que se requieran modificaciones mayores de nivelación y alineamiento.

Las bombas y motores estarán protegidos contra la corrosión y demás efectos de la humedad, considerando que operarán en un medio altamente húmedo, por lo que se deberán emplear las mejores prácticas comerciales para la aplicación de pinturas anticorrosivas y de acabado; todos los tornillos y accesorios serán de acero inoxidable o de cualquier otro material apropiado para evitar la corrosión.

e) Se deberán suministrar todos los planos e indicaciones necesarias para su correcta instalación.

f) El proveedor deberá proporcionar toda la información necesaria, incluyendo planos de diseño y detalles de ensamble, así como especificaciones y catálogos de los materiales, equipos y componentes que utilizará en la fabricación de los equipos.

COVITUR y/o su Representante, inspeccionará todo el suministro para comprobar su calidad y características especificadas, y en base al resultado obtenido, aceptar o rechazar el suministro.

Los equipos suministrados deberán cumplir con el 100 por ciento de las características de operación y fabricación indicadas en el proyecto.

g) El proveedor garantizará los equipos y sus componentes suministrados, contra cualquier defecto de material, mano de obra, diseño o características de operación; la garantía tendrá una vigencia mínima de un año a partir de su fecha de aceptación.

CAPITULO 5. 02. 04. 021

GRUAS Y POLIPASTOS

021.A DESCRIPCION

Las grúas y polipastos constituyen equipos electromecánicos formados por un conjunto de elementos que permiten mover a velocidad controlada y en los sentidos longitudinal, transversal y vertical, diversos tipos de cargas, por medio de motorreductores y cables, y que son controlados desde el piso por medio de una estación de botones.

Los equipos que se utilizarán en las instalaciones de los talleres del Metro de la Ciudad de México, son grúas y polipastos de los siguientes tipos:

1. Grúas

   a) Tipo monorriel. Están formadas por una estructura metálica apoyada sobre rieles fijos por medio de ruedas; constan de una viga principal, de la cual se suspende un polipasto, lo que en conjunto, permite mover las cargas.

   b) Tipo birriel. Estructura metálica apoyada sobre rieles fijos por medio de ruedas; está formada por dos vigas principales habilitadas con rieles, sobre los que se apoya y desplaza un carro por medio de ruedas; éste contiene el polipasto lo cual en conjunto permite mover las cargas en la dirección deseada.

   c) Tipo giratorio. Están formadas por una estructura metálica, en la que se distinguen dos partes, una vertical, que es el apoyo, y otra horizontal, que es el brazo; de este último se suspende un polipasto; estos dos elementos en conjunto giran sobre el eje vertical de la estructura de apoyo; este giro, combinado con el movimiento longitudinal del brazo, permite una variedad de movimientos de las cargas.

2. Polipastos

   Por su funcionamiento, pueden ser manuales y eléctricos; por el sistema de fijación, se tienen cinco subtipos, de los cuales se usa el de suspensión por medio de carretillas.

   a) Tipo manual. Son accionados manualmente; cuentan con un cable o cadena de eslabones que sostienen un gancho en el que se cuelga la carga, y en combinación con una trabe carril fija y carretillas, permiten el movimiento de la carga.

   b) Tipo eléctrico. A diferencia de los manuales, son accionados por un motor eléctrico, que en conjunto permite mover y controlar la carga desde el piso, por medio de una estación de botones.

021.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Tornillos de acero	4.01.01.005.J
Motores tipo jaula de ardilla horizontales	5.02.04.010
Radiografías de soldadura	DDF 4.15.E
Acero estructural	4.01.01.005.C
Varilla y electrodos para soldadura	4.01.01.005.N
Estructuras de acero	3.01.01.014
Alambre de acero estirado en frío para resortes mecánicos	NOM B-151
Forro para frenos (Balatas)	NOM D-1
Ganchos de acero forjado o colado empleados en los estrobos de los cables de acero	NOM H-61
Polipastos	NOM H-73

021.C REQUISITOS DE CALIDAD

Las grúas y polipastos que se utilizarán en las instalaciones de los talleres del Metro, serán definidos en su tipo, capacidad de carga y demás características de operación y diseño, por el proyecto, debiendo reunir todos los requisitos de calidad indicados en el mismo, así como lo señalado en las normas y especificaciones que se citan en las referencias, tomando en cuenta lo siguiente:

a) Los motores deberán ser cerrados con ventilación, del tipo reversible, de servicio intermitente o continuo, con un par de arranque y potencia para levantar y bajar la carga a la velocidad especificada, con un intervalo no menor de 15 minutos y permitir una sobreelevación de la temperatura que esté de acuerdo con lo indicado en la norma NOM H-73.

b) La carga mínima de ruptura del cable o cadena debe ser cinco veces mayor que la carga nominal entre el número de caídas.

c) El tambor debe ser ranurado, evitando que las aristas vivas puedan dañar o aplastar el cable; la profundidad y el radio mínimos de la ranura debe ser de acuerdo con las relaciones siguientes:

   Radio mínimo ranura = 0.53 veces el diámetro nominal del cable.

Profundidad mínima = 0.44 veces el diámetro nominal del cable.

d) Cuando el gancho esté en su nivel inferior, el tambor debe tener como mínimo dos vueltas de cable; el polipasto puede estar provisto con una guía para cable, con el objeto de que el cable no se aplaste o se atore; el diámetro mínimo del tambor debe ser 20 veces el diámetro del cable.

021.C.01 PRUEBAS INICIALES DE OPERACION

1. Generalidades. Todos los polipastos antes de salir de la fábrica, se prueban con carga y se ajustan para su operación adecuada. Antes de poner en servicio el polipasto, hay diferentes puntos que deben revisarse para asegurar una operación correcta y evitar serios deterioros al polipasto.

2. Antes de operar el polipasto hay que asegurarse de que la o las cajas de engranes estén llenas hasta su nivel correcto con el lubricante apropiado.

3. Comprobación del sentido de giro. Es importante que el recorrido del movimiento esté en correcta relación con el botón de operación al presionarlo.

4. No corregir el sentido del recorrido del gancho cambiando las conexiones de la estación de botones. Esto puede hacerse únicamente en las terminales de la alimentación principal o en las terminales de la caja de conexiones de cada motor; haga las pruebas como sigue:

   a) Conecte temporalmente las terminales de potencia a las tres fases del sistema de alimentadores.

   b) Cuidadosamente pulse el botón para elevar o subir y observe la dirección del recorrido del aparejo inferior. Si hay correspondencia en la relación entre el recorrido y el botón que se oprimió en la estación de botones, no permita que el aparejo inferior llegue a hacer contacto con el interruptor límite. No oprima al mismo tiempo el botón de subir y el de bajar.

   c) Si el sentido del recorrido del aparejo inferior es hacia arriba cuando se oprima el botón de elevar o subir se ha conseguido el faseamiento correcto y la conexión temporal puede ahora hacerse en forma definitiva.

   d) Si el sentido del recorrido del aparejo inferior es hacia abajo cuando se oprima el botón de elevar o subir, no se ha conseguido el faseamiento correcto. Para corregirlo intercambie dos calesquiera de las tres líneas de alimentación principal.

   e) Si el sentido del recorrido del aparejo inferior es correcto, la dirección del recorrido del carro también debería estar correcta. La dirección del recorrido del carro deberá comprobarse de acuerdo con las marcas en los botones. Si la dirección está invertida, corríjase intercambiando dos cualesquiera de las tres líneas de alimentación conectadas al motor del carro únicamente.

5. Comprobación de la operación del interruptor límite superior. Con el polipasto debidamente conectado a la fuente de energía correcta, pruebe la operación del interruptor límite superior como sigue:

   a) Opere el polipasto en la dirección de subida y con una pértiga o varilla levante suavemente el peso restablecedor o la paleta del interruptor límite. El circuito de subir deberá abrirse aplicando el motor del freno.

   b) Empujando más hacia arriba el peso restablecedor o la paleta del interruptor límite se deberá cerrar el circuito de bajar, y el aparejo inferior automáticamente bajará. Tan pronto como el aparejo inferior haya bajado más de lo prefijado para el límite superior, el interruptor límite superior deberá abrir el circuito de bajar y el aparejo inferior pararse.

   c) Si levantando el peso restablecedor o la paleta del interruptor límite no se consigue que el interruptor límite opere en la forma descrita anteriormente, encuentre y corrija el mal funcionamiento antes de poner en servicio el polipasto.

6. Comprobación de la operación del interruptor límite engranado. Si el polipasto está equipado con un interruptor límite engranado para parar el aparejo inferior en ambos límites, compruebe su operación adecuada como sigue:

   a) Opere el polipasto para subir el aparejo inferior sin carga hasta que llegue a una distancia de aproximadamente 0.609 m del tambor.

   b) Opere el polipasto intermitentemente hasta que el aparejo inferior alcance altura suficiente para actuar al interruptor límite engranado, el cual abre el circuito de subir y aplica el motor del freno. El interruptor debe actuar cuando el aparejo inferior esté a una distancia del tambor, sin peligro, aproximadamente 15 centímetros.

   c) Opere el polipasto para bajar el aparejo inferior a una longitud máxima, de manera que se conserve devanado en el tambor dos vueltas de cable o hasta que el aparejo inferior alcance el límite inferior deseado. El interruptor límite engranado deberá ahora actuar para abrir el circuito de bajar y aplicar el freno del motor.

7. Comprobación de la operación del freno de motor. Opere el polipasto, sin carga, en la dirección de subir. Después suelte el botón de subir o elevar. El movimiento hacia arriba debería parar, excepto por el deslizamiento permisible, el cual es aproximadamente el 1 por ciento del intervalo de la velocidad de levantamiento.

   Nunca ponga en servicio el polipasto a menos que los frenos estén operando adecuadamente.

8. Prueba con carga

   Enganche en el aparejo inferior una carga de valor cercano al de la capacidad del polipasto. Levante y baje la carga varias veces a una al-

tura no mayor de un metro para determinar si el freno mecánico de carga está operando correctamente. El freno mecánico de carga controlará el descenso de la carga en la dirección de bajada cuando se presione el botón de bajar. También deberá evitar que la carga continúe bajando por sí misma cuando se suelta el botón de bajar.

021.C.02 MARCADO

Toda la información siguiente constituye los datos esenciales que deben estamparse, con caracteres claros e indelebles en la placa de características de cada equipo. Dicha placa debe estar en un lugar visible y de fácil acceso. Estos datos son, para todos los tipos:

— Modelo y/o tamaño.

— Capacidad en kilogramos o toneladas métricas.

— Altura de levantamiento, en metros.

— Número de serie.

— Año de fabricación.

— La leyenda "Hecho en México".

En el tipo eléctrico se debe enunciar, además:

— Velocidad de levantamiento en m/min.

Además, el fabricante deberá marcar en un lugar visible la capacidad con caracteres claros que puedan ser leídos fácilmente desde cualquier ángulo.

021.C.03 COMPONENTES Y EMBARQUE

Todos los componentes de los equipos suministrados deberán ser intercambiables entre sí y entre la totalidad de equipos suministrados, sin que se requieran modificaciones mayores, excepto únicamente ajuste menor y nivelación.

El proveedor proporcionará toda la información necesaria, incluyendo planos, detalles y especificaciones de los materiales y productos utilizados, para un correcto montaje y una completa inspección y prueba del equipo suministrado.

Los equipos y sus componentes se entregarán protegidos contra cualquier daño que durante su embarque, transportación y manejo, pudieran sufrir, para lo que se aplicarán las mejores prácticas comerciales de empaque.

021.C.04 GARANTIA

El proveedor garantizará los equipos y componentes suministrados, contra cualquier defecto de materiales, diseño, mano de obra, montaje y características de operación y equipo; la garantía tendrá una vigencia mínima de un año, contado a partir de su recepción y puesta en marcha.

CAPITULO 5. 02. 04. 022

EQUIPO GENERADOR DE VAPOR

022.A DESCRIPCION

El equipo generador de vapor es del tipo electromecánico, formado por un conjunto de elementos integrados para generar el vapor de agua que se usará en el mantenimiento del material rodante del Metro de la Ciudad de México.

El equipo generador de vapor estará formado básicamente por los siguientes elementos:

— Generador de vapor.

— Tanque receptor de condensados.

— Tanque para almacenar combustible.

— Equipo suavizador de agua.

— Tanque para almacenar agua caliente.

— Chimenea.

El equipo será adecuado para uso interior y se ubicará en el edificio de servicios de los talleres y deberá ser capaz de operar bajo las condiciones generales de servicio siguientes:

— Temperatura ambiente máxima:
313.15 K (40°C).

— Temperatura ambiente mínima:
269.15 K (— 4°C).

— Temperatura ambiente promedio:
291.15 K (18°C).

— Altitud sobre el nivel del mar:
2240 m.

— Presión barométrica:
77.04 kPa (585 mm Hg).

— Humedad relativa:
30%.

— El tablero de control será apropiado para el servicio interior; su construcción será tipo NEMA-1.

022.B REFERENCIAS

CONCEPTO	REFERENCIA
Acero estructural	4.01.01.005.C
Láminas de acero al carbono	4.01.01.005.D
Acero inoxidable austenítico	4.01.01.005.M
Pinturas anticorrosivas	4.01.01.022.A
Válvulas de flotador	4.01.01.018.B
Válvulas de seguridad	4.01.01.018.C
Tableros de control automático	5.02.04.004
Aislantes térmicos	4.02.01.005.E
Equipos de bombeo	5.02.04.020
Manómetros tipo Bourdon	NOM B-122
Bridas laminadas o forjadas, conexiones forjadas, válvula y partes para ser usadas en servicios de alta temperatura	NOM B-213
Domos o tambores para calderas de vapor de tubos de agua (construcción soldada)	NOM H-10

022.C REQUISITOS DE CALIDAD

En la fabricación del equipo generador de vapor y sus componentes, se usarán materiales y productos nuevos y que cumplan con los requisitos de calidad y demás características que indique el proyecto y con lo señalado en las especificaciones y normas que se citan en las referencias.

Los componentes del equipo tendrán la dimensión y características de operación, que de acuerdo con las necesidades de servicio que se requieran, indique el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Generador de vapor. Será del tipo acuotubular, de circulación controlada y alimentación balanceada; estará equipado con quemador diesel, bomba de suministro de agua y separador de vapor, para proporcionar un vapor seco que tenga menos del 1 por ciento de humedad; tendrá una capacidad mínima para generar 518 kg/h de vapor, a una potencia mínima de 38 CC (caballos caldera o caballos de potencia caldera = 9.8095×10^3 W) trabajando a una presión de 686.47 kPa (7.0 kg/cm^2) a una temperatura de 373.15 K (100°C), considerando una presión de diseño de 1098.34 kPa (11.2 kg/cm^2) y una eficiencia térmica normal del 80 por ciento; operará con corriente alterna de 220 V, 60 Hz, tres fases, e incluirá los controles eléctricos para su adecuado funcionamiento.

2. Tanque receptor de condensados. Será cilíndrico horizontal, construido con placa de acero al car-

bón de 3.2 mm de espesor, con tapas planas y recubrimiento anticorrosivo; la posición y tamaño de los coples y la forma de su base y patas metálicas, serán las indicadas en el proyecto; estará recubierto con fibra de vidrio para soportar temperaturas de operación de 366.20 a 421.94 K (93.05 a 148.79°C) tendrá 38 mm de espesor y deberá obtenerse una temperatura aproximada en la superficie del aislante de 311.45 K (38.30°C); la presión de prueba será de 1035.37 kPa (10.5 kg/cm²); sus accesorios son los siguientes:

— Vidrio de nivel de 15.9 mm de diámetro y 508 mm de longitud, para soportar la presión de prueba del tanque; tendrá juego de válvulas de 13 mm de diámetro.

— Tubo introductor para retorno de condensados, termómetro con carátula de 50 mm y bulbo para temperatura de 13 mm de diámetro, para un intervalo de 273.15 — 423.15 K (0-150°C).

— Bomba de refuerzo con succión de 25 mm por 32 mm de descarga, acoplada a motor eléctrico de 3/4 hp, 220 V, 60 Hz, con impulsor de bronce y sello mecánico de Vitón.

— Válvula de flotador para trabajos pesados, a prueba de fugas, para control efectivo del agua de repuesto del generador de vapor; tendrá conexión roscada de 19 mm de diámetro, para una presión igual a la de prueba del tanque.

— Bomba recirculadora de agua, con succión y descarga de 25 mm de diámetro, acoplada a un motor eléctrico de 1/6 hp, 110 V, 60 Hz, una fase.

— Acuastato para un intervalo de temperatura de 278.15 a 356.15 K (5 — 83°C), con conexión roscada de 13 mm de diámetro y bulbo de cobre de 100 milímetros.

— Válvula eliminadora de aire, con entrada para 19 mm y para una presión máxima de 1035.37 kPa (10.5 kg/cm²).

3. Tanque para almacenar combustible. Será cilíndrico horizontal, constituido con placa de acero de 3.2 mm de espesor, juego de válvulas y coples; tendrá tratamiento anticorrosivo y será para montar en medios muros; tendrá los siguientes accesorios:

— Válvula de alivio, con conexión roscada de 25 mm de diámetro para una presión de trabajo de 686.47 kPa (7.0 kg/cm²) y válvula rompedora de vacío, con conexión roscada de 13 mm de diámetro.

— Termómetro con carátula de 64 mm y un intervalo de operación de 273.15 a 423.15 K (0 — 150°C) y conexión posterior para 13 mm; manómetro con carátula de 64 mm y con un intervalo de operación de 0 a 1078.73 kPa (11 kg/cm²) de presión, y conexión posterior para 6 milímetros.

— Filtro "Y" con conexión roscada de 19 mm de diámetro.

4. Equipo suavizador con capacidad de intercambio para 64 kg, formado por lo siguiente:

— Un tanque metálico para almacenar y medir salmuera.

— Un tanque metálico para mineral suavizador.

— Una multiválvula de control único, tipo "Solovalve".

— Juego probador de agua.

— Un medidor para agua.

— Un manómetro.

— Filtro "Y".

— Grava y mineral suavizador de alta capacidad.

— Los tanques tendrán protección anticorrosiva, para colocarse sobre medios muros.

5. Tanque para almacenar agua caliente. Será cilíndrico horizontal, construido con placa de acero de 8 mm de espesor, con tapas semielípticas y tendrá los coples necesarios para su operación, con preparación para intercambiador, para montar sobre medios muros; contará con paso de hombre de 0.40 m, acabado con tratamiento anticorrosivo y recubierto con aislante de fibra de vidrio para soportar temperaturas de operación de 366.20 a 421.94 K (93.05-148.79°C), con paredes de 38 mm de espesor para obtener una temperatura aproximada en la superficie de 311.45 K (38.30°C), teniendo en cuenta lo siguiente:

a) El intercambiador de calor será tipo vapor de agua, para alojar en tanque, con las características de operación que indique el proyecto, teniendo como mínimo lo siguiente: gasto a manejar 5930 l/h, con incremento de temperatura de 318.15 K (45°C) y para una presión de 343.28 kPa (3.5 kg/cm²), de 0.15 m de diámetro, 1.52 m de longitud y un peso de 50 kg, con tubos de cobre de 19 mm de diámetro exterior.

b) La válvula termostática será de 19 mm de diámetro con un intervalo de temperatura de 308.15 a 360.15 K (35—87°C), cuerpo de bronce, doble asiento de acero inoxidable, bulbo de cobre de 0.33 m de longitud, tubo capilar de cobre de 2.50 m de longitud y conexión roscada.

c) La trampa de vapor será tipo cubierta invertida, con entrada y salida lateral de 19 mm de diámetro, para una presión máxima de trabajo de 1709.90 kPa (17.44 kg/cm²).

6. Chimenea para la salida de los gases de combustión, adecuada para generador E-33, construida en lámina de acero al carbono calibre 16; incluirá sombrero bota-aguas, cople dren, cincho contravientos, bota-aguas inferior y placa soporte de acero.

022.C.01 COMPONENTES Y EMBARQUE

1. Todos los componentes del equipo generador de vapor que se suministre, serán intercambiables entre sí y con equipos similares, sin que se requieran modificaciones mayores, excepto ajustes menores y nivelación.

2. El proveedor proporcionará toda la información necesaria, incluyendo planos, detalles y especificaciones de los materiales y productos utilizados, para el montaje correcto, y una completa inspección y prueba del equipo.

3. Los equipos y todos sus componentes serán entregados protegidos contra cualquier daño que durante su embarque, transportación y manejo, pudieran sufrir, por lo que deberán aplicarse las mejores prácticas comerciales de empaque; cualquier daño que por empaque defectuoso o inadecuado, sufra el equipo o sus componentes, será corregido por el proveedor sin costo para COVITUR.

022.C.02 INSPECCION

COVITUR, a través de su Representante, se reserva el derecho de inspeccionar todo el suministro para comprobar el cumplimiento del 100 por ciento de los requisitos de calidad y características de operación y fabricación indicados en el proyecto y especificados, aceptando o rechazando el suministro, con base en los resultados obtenidos en la inspección y pruebas efectuadas.

El proveedor suministrará una lista de partes de repuesto para dos años de operación, incluyendo las partes, sin que éstas formen parte del equipo y componentes suministrados ni de la evaluación, y sólo se adquirirán aquéllas que se juzgue convenientes.

022.C.03 GARANTIA

El proveedor garantizará los equipos y componentes suministrados contra cualquier defecto de materiales, diseño, mano de obra, características de operación y equipo; la garantía tendrá una vigencia de un año mínimo, contado a partir de la fecha de aceptación.

El proveedor entregará junto con el equipo suministrado dos juegos de todos los manuales e instructivos de almacenaje, montaje, operación y mantenimiento.

022.C.04 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos de patente estarán a cargo del fabricante o proveedor, quien librará a COVITUR de cualquier reclamación o cargo por el uso de patente en el suministro de materiales o equipos.

CAPITULO 5. 02. 04. 023

MAQUINA LAVADORA DE TRENES

023.A DESCRIPCION

Se describe el equipo electromecánico, formado por un conjunto de elementos integrados para que su operación permita efectuar la limpieza exterior de los trenes del Metro de la Ciudad de México.

La máquina se usará en la zona de lavado y búsqueda de fisuras del taller de gran revisión, para la cual quedará instalada a lo largo de una vía, sobre la que circulará el tren sobre una longitud aproximada de 149 m, a una velocidad aproximada de 3 km/h.

La máquina se usará en la limpieza del techo y los costados de los carros del tren y, estará formada esencialmente por cuatro zonas instaladas en el sentido del paso del tren, que son:

— Zona de premojado con agua fría.

— Zona de pulverización con solución detergente.

— Zona de limpieza mecánica con cepillos rotativos.

— Zona de rociado para enjuague con agua fría.

Las dos primeras zonas se ubicarán en el exterior del edificio y las dos últimas en el interior; el recorrido de cada carro del tren, de la zona de pulverización a la de limpieza mecánica, deberá permitir el tiempo suficiente para que la solución detergente actúe químicamente sobre las partes sucias del tren, antes de que los cepillos entren en acción.

El equipo central de la máquina, que comprende entre otros elementos, el depósito de detergente y su dispositivo de dosificación en agua fría, quedará entre las zonas de pulverización y de limpieza mecánica, tomando en cuenta que el puesto de mando del equipo central deberá contar con los andenes libres para la circulación del personal.

El constructor de la máquina lavadora, se ajustará a las indicaciones de dimensionamiento y localización de los equipos y componentes de la máquina, de acuerdo con lo señalado en los planos de diseño e instalación correspondientes, tomando en cuenta lo siguiente:

1. En el suministro, deberá incluir todos los equipos y elementos que la compongan y se requieran para su fabricación y operación, incluyendo las especificaciones de calidad de materiales y las características de diseño y operación que correspondan a los materiales, equipos y demás elementos utilizados.
2. La máquina lavadora y sus componentes, incluyendo el equipo eléctrico en general, deberán ser capaces de operar normalmente bajo las condiciones de servicio que se establezcan y a la altura de la Ciudad de México (2240 ms.n.m.); el fabricante proporcionará el tipo de aislante y enfriamiento que se aplicará, así como la potencia corregida del equipo y sus componentes.
3. El fabricante contará para su apoyo en la fabricación e instalación del equipo, con los planos correspondientes a:

   — Las previsiones de piso reservadas para la máquina lavadora, la colocación de la vía y los drenajes, y las llegadas que constituyen el límite del suministro de agua, aire comprimido y energía eléctrica.

   — Esquematización de los cepillos rotativos, el gálibo transversal de los carros y las dimensiones principales del andén del lavado.

   — La representación de la disposición principal de la instalación de lavado.

023.B REFERENCIAS

Las normas y especificaciones nacionales o internacionales que contemplen las características de calidad y las pruebas con sus criterios de aplicación, que deberán cumplir y a las que se someterán los materiales, productos, equipos y todos los componentes que formen la máquina lavadora, así como las que se apliquen y correspondan al conjunto como unidad, serán las proporcionadas por el fabricante, debiendo tomar en cuenta que, como mínimo, deberán cumplir con lo establecido por el proyecto y lo indicado en esta Especificación.

023.C REQUISITOS DE CALIDAD

El fabricante deberá tomar en cuenta para la construcción de la máquina lavadora, además de lo anteriormente descrito lo siguiente:

1. Deberá evitarse que sobre la carrocería del tren se forme una capa blanca al secar, debido a las sales minerales existentes en el agua; recomendará y suministrará el aditivo requerido para eliminar el riesgo de que dicha capa se forme.
2. El detergente no deberá producir una reacción química sobre la pintura de los carros del tren, dado el carácter ácido de la misma, por lo que la solución detergente no deberá presentar un pH superior a 8; el fabricante recomendará el tipo de detergente y las características de la solución y dosificación, tomando en cuenta lo siguiente:

— La solución puede ser químicamente neutra, en cuyo caso deberá ser un producto con una tensión superficial elevada y capaz de emulsionar las impurezas poco adherentes que cubren los vehículos.

— De preferencia, ligeramente ácida por la presencia de ácidos débiles como el fosfórico, el oxálico o el cítrico, capaces de transformar los polvos metálicos adherentes, en fosfatos, oxalatos y citratos, que son sales desprendibles de las láminas de los vehículos.

— La dosificación del producto activo en la solución acuosa, debe poder variar entre 0.5 a 5 por ciento, mediante la acción manual de operador de la máquina, sobre la bomba dosificadora del equipo.

— El fabricante garantizará en forma permanente, la perfecta compatibilidad de los materiales que constituyen el circuito de solución detergente, con las características químicas del producto activo que se utilice.

3. El premojado se efectuará con rociadores del tipo que cumpla con los requisitos establecidos, quedando debidamente dimensionados para que cumplan con el objetivo de enfriar convenientemente la carrocería de los vehículos y evitar así que la solución detergente pulverizada se seque.

023.C.01 PULVERIZACION DE LA SOLUCION DETERGENTE

Los pulverizadores estarán dispuestos en un arco que cubra la vía y cumplan con la función de rociar los costados y el techo de los carros del tren; deberán estar constituidos de tal manera que la bruma proyectada barnice la lámina de los carros, con una capa homogénea y bastante limitada de solución.

El caudal y la presión de los pulverizadores deberán ser regulables, cuidando que la acción de un fuerte viento en dirección paralela a la vía, no desvíe exageradamente los chorros de solución detergente.

023.C.02 CEPILLADO

La instalación estará formada por un mínimo de cinco cepillos rotativos (uno horizontal y cuatro verticales), cuyas cerdas, al rotar, se acoplarán a la forma de los vehículos; su sentido de rotación será el indicado en el plano correspondiente. El fabricante podrá incluir la cantidad de cepillos que considere necesarios para un buen lavado, así como proponer el uso de cepillos de ángulos superiores, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Los cepillos tendrán aproximadamente 0.90 m de diámetro medio en rotación y girarán a una velocidad aproximada de 250 vueltas por minuto.

b) Cada cepillo será movido por un motor asíncrono, rigurosamente impermeable; un enlace formado mediante correas trapezoidales, con cárter, transmitirá el movimiento del motor al árbol del cepillo, el cual estará sostenido por soportes fuertes e impermeables, con engrasadores.

c) Los cepillos constarán de discos intercambiables, apilados en un árbol de arrastre; los discos serán de aleación liviana y contarán con hilos de Nylon, de preferencia fácilmente cambiables.

d) Las cerdas de los cepillos deberán ser capaces de proporcionar frotamiento conveniente en las paredes de los carros, siendo lo suficientemente flexibles y resistentes para que no sean arrancados o provoquen averías en el material rodante al pasar por los diversos elementos exteriores que sobresalen ligeramente del gálibo del carro, el cual se muestra en el plano; el constructor especificará la naturaleza, el diámetro y la resistencia a la ruptura de las cerdas que piensa utilizar.

e) Para limitar las proyecciones de agua, cada uno de los cepillos estará equipado en toda su longitud de un cárter de lámina galvanizada semicircular que cuente con salpicaderas laterales flexibles y un tubo pulverizador de agua fría sobre las cerdas. Este circuito hidráulico contará con una válvula manual que permita ajustar el caudal de agua en los pulverizadores; se pondrá en servicio automáticamente en cuanto los motores de los cepillos se pongan en movimiento, y recíprocamente el caudal de agua se interrumpirá con el corte de la corriente de alimentación de los motores.

f) Respecto a los costados de los carros, los cepillos deberán ser capaces de ocupar dos posiciones:

— De trabajo. Cepillos en contacto, la profundidad de penetración regulable mediante un simple desplazamiento manual de topes.

— De reposo. Cepillos separados, mientras el juego permitido entre el contorno del carro y los cepillos en rotación sea de 0.20 metros.

El movimiento de cada cepillo se hará:

— De la posición de reposo a la de trabajo, mediante un gato neumático simple.

— De la posición de trabajo a la de reposo, gracias a un mecanismo simple de contrapeso regulable.

— Los cuatro cepillos verticales efectuarán simultáneamente el mismo movimiento.

— El cepillo horizontal de techo tendrá sus propios movimientos, tanto de rotación como de acercamiento y de retracción del techo de los carros.

— El sistema deberá presentar un amortiguamiento suficiente que se oponga al rebote de los cepillos en el momento de contacto con los carros en movimiento.

Un eje vertical a cuyo alrededor se articulará el marco de cada cepillo lateral constituirá el conjunto fijo solidario con la parte sellada en el suelo; los chasis metálicos fijo y oscilante deberán contar con una rigidez suficiente para no deformarse ni vibrar demasiado ante la reacción horizontal que resulta del contacto del cepillo en rotación con los carros en movimiento; la distancia entre ejes longitudinales de los cepillos se deja a la iniciativa del constructor, debiendo ser lo más reducida posible; un zoclo rígido que encuadre la reacción horizontal mencionada se fijará al piso.

— El cepillo horizontal se montará también sobre un chasis articulado; es deseable que la estructura fija que recibe a este último sea solidaria con las columnas que soportan a los cepillos verticales.

— Todos los elementos de acero de los chasis y de los mecanismos serán galvanizados en caliente; se conectará al circuito de tierra de la vía de lavado a un enlace equipotencial de los equipos.

023.C.03 ROCIADO DE ENJUAGUE

La disposición que se adoptó figura esquemáticamente en el plano correspondiente y es de tres arcos que pulverizarán agua fría sobre los costados y el techo de los carros, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Se obtendrá un régimen reducido de enjuague si sólo dos arcos suministran agua mediante el cierre de la válvula que se representa en el plano. Es recomendable que los tubos se encuentren inclinados en sentido inverso al de la marcha del tren, con el fin de facilitar que caigan las impurezas con el agua de enjuague y aumentar la amplitud de la zona de enjuague; para limitar las proyecciones de agua, dos pantallas de lámina galvanizada de gran altura serán dispuestas a lo largo de los arcos de enjuague como lo indica el plano; el acceso del personal a la escalera de andén deberá ser suficientemente ancho.

b) Se llama especialmente la atención del constructor sobre la regulación y la orientación de los pulverizadores de enjuague; el caudal de agua debe ser bastante intenso para que después del rocío no queden huellas de solución detergente sobre los coches, pero no excesivo con el fin de evitar la entrada del agua por los empalmes de las puertas de los carros o por los cofres inferiores de equipo eléctrico; el constructor de la máquina deberá conservar el máximo de regulaciones en su equipo de tal manera que éste se adapte a la demanda de los carros que desfilan ante él (presión, caudal, inclinación de los arcos, número, forma y orientación de los pulverizadores).

023.C.04 EQUIPO CENTRAL

Se ubicará en el lugar que se indica en el plano que fija en particular el área de emplazamiento máxima de este equipo; comprenderá en principio, los siguientes elementos:

a) Un depósito de lámina de acero debidamente protegido interiormente, con capacidad mínima de 250 litros, llegada de agua con válvula en la parte superior, orificio de vaciado en la parte inferior, indicador de nivel, mirilla con tapón en la parte alta para aprovisionamiento de producto detergente puro y agitador mecánico o neumático. En este depósito se producirá la mezcla primaria de agua y detergente puro a razón de 50 por ciento aproximado de éste en la solución acuosa. *La salida hacia la bomba dosificadora que se definirá más adelante* se efectuará mediante un filtro conveniente con separador de lodo.

b) Un depósito de agua con nivel constante instalado de tal manera que la corriente de agua no pueda de ninguna manera invertirse, es decir ir de la máquina hacia la red de los talleres; la capacidad de este depósito será de 60 litros, mínimo.

c) Una bomba centrífuga que aspire agua fría del depósito con nivel constante, de las siguientes características:

— Accionada por motor asíncrono trifásico 220 V, 60 Hz, rigurosamente impermeable a las proyecciones de agua (potencia por precisar).

— Presión de descarga máxima por precisar.

— By-pass con mando manual que permita ajustar la presión de descarga a un valor inferior.

— Flujo que fijará el constructor teniendo en cuenta el hecho de que la limpieza manual de los extremos de los coches podrá realizarse al mismo tiempo que el rociado con la solución detergente en los costados y en el techo de los carros.

d) Una bomba dosificadora con flujo variable mediante acción manual que permita introducir la solución primaria del depósito:

— En el conducto de descarga de la bomba centrífuga.

— La solución secundaria así obtenida deberá presentar una dosificación de detergente puro variable entre 0.5 y 5 por ciento. Esta bomba, que el constructor ha de describir, contará con un indicador graduado de flujo y un by-pass con válvula de descarga regulado a una presión de 800 kPa (8.16 kg/cm^2).

e) Una válvula sobre el tubo de descarga de la bomba centrífuga, delante del punto de introducción de la solución primaria; esa válvula se opondrá a que ocurra una inversión de la corriente líquida.

f) Después del punto de introducción de la solución primaria, un juego de canalizaciones y válvulas manuales que permitan:

— Alimentar o no el conducto de aspersión de solución detergente.

— Alimentar o no las dos llaves de lavado manual GR1 y GR2 que figuran en el plano.

— Enviar agua fría como limpieza periódica, en los circuitos de solución detergente.

g) El juego de electroválvulas de los diferentes circuitos de agua fría, de solución y de aire comprimido, las que se alimentarán eléctricamente con corriente rectificada, tensión inferior a 40 V. Se exige que estas electroválvulas sean muy accesibles para su mantenimiento.

h) Todos los elementos metálicos del grupo central se enlazarán entre sí mediante una conexión equi*potencial a tierra.*

023.C.05 CANALIZACIONES

a) Los diferentes circuitos de agua fría y de solución detergente así como sus órganos de conexión se realizarán en tubo grueso de acero galvanizado.

El vaciado total de esas canalizaciones para purgarlas periódicamente en una limpieza se efectuará abriendo las válvulas de descarga que se encuentran en los puntos bajos de los circuitos.

b) Se preverá que haya un aparato de descarga de aire comprimido a la cabeza del circuito de agua y del circuito de solución detergente (válvulas especiales de mando manual); también serán de acero galvanizado las canalizaciones de aire comprimido que alimenten los mecanismos de aproximación de los cepillos rotativos.

c) El constructor precisará de manera clara las especificaciones a las que responderán las tuberías de agua y de aire comprimido que tiene en perspectiva; formarán parte del suministro los tres elementos siguientes que habrán de instalarse en la llegada general de agua de la máquina:

— Una válvula de paro total con mando manual.

— Un filtro con enrejado metálico inoxidable, fácilmente desmontable, con receptáculos de las impurezas que retendrá y tamaño de malla según la propuesta del constructor.

— Una válvula especial (propuesta y descrita por el constructor) que se oponga a las proyecciones de agua (la interrupción brusca de fuertes caudales de agua por medio de las electroválvulas genera a menudo esas proyecciones de agua que pueden difundirse muy lejos en la red hidráulica).

d) La instalación comprenderá los dos aparatos siguientes en la llegada general de aire comprimido:

— Una válvula de paro total con mando manual.

— Un filtro con enrejado metálico asociado a un separador de agua de condensación y de aceite con un pequeño depósito y grifo de purga.

e) Las canalizaciones de aire comprimido deben ser capaces de soportar sin sufrir daños una presión de 1.0 MPa (10.20 kg/cm^2); esta exigencia también es válida aun en el caso de que el constructor piense emplear descompresor de presión a la cabeza del circuito neumático.

023.C.06 PULVERIZADORES

Los arcos de cada uno de los sistemas de rociado, se equiparán con los siguientes elementos:

— Prehumidificación.

— Aspersión de solución detergente.

— Humidificación de los cepillos.

— Enjuague.

Los pulverizadores de enjuague deberán tener un flujo suficiente y su número así como su orientación serán tales que el agua proyectada atacará eficazmente los extremos de los carros, al igual que los marcos de las puertas y de los umbrales donde no debe quedar solución detergente. La orientación de estos pulverizadores se determinará mediante prueba según las necesidades de los trenes, cuando la máquina se encuentre colocada, en el momento de la recepción provisional de esta última.

023.C.07 CONSOLA DE CONTROL

El plano correspondiente precisa su establecimiento y los mandos que agrupará.

a) Tendrá la forma de pupitre metálico impermeable a las proyecciones de agua y su cara superior presentará los botones pulsadores de mando de los elementos de la máquina; estos botones, de concepción impermeable, se agruparán claramente por funciones y su identificación será mediante plaquetas inoxidables grabadas.

b) Para simplificar, el mando de variación de la dosificación de detergente no se realizará por vía eléctrica a partir de la consola; el operador de la máquina actuará directamente sobre un mando manual que se encuentre integrado a la bomba dosificadora para hacer que varíe la concentración de la solución de lavado.

c) El operador de la máquina deberá ser capaz en cualquier momento de dar la orden de paro o de reiniciar el movimiento lento del tren al conductor de éste (limpieza manual de los extremos de los carros). Para ello, la consola comprenderá el mando de una señal luminosa con dos luces colocada en el fondo del andén de la vía de lavado; esta señal, de dimensiones suficientes, deberá ser perfectamente visible para el conductor del tren; la masa de la consola se conectará con la línea de tierra.

d) Todo el cableado eléctrico que enlazará el pupitre al equipo central de la máquina y al armario del equipo, se protegerá convenientemente contra las proyecciones de agua.

023.C.08 ARMARIO DE EQUIPO ELECTRICO DE TIPO MURAL

Deberá estar rigurosamente impermeabilizado contra las proyecciones de agua; su masa se conectará al circuito de tierra del edificio de lavado, y agrupará lo siguiente:

— Al interruptor seccionador general.

— A los contactores, transformadores, rectificadores y relevadores propios de los diferentes elementos de la máquina.

— A las protecciones de los circuitos eléctricos (a este respecto, se requiere que cada uno de los motores trifásicos tenga su propia protección que se oponga a una marcha accidental en corriente monofásica).

— A las señales luminosas "marcha" y "paro".

a) El armario tendrá puerta con chapa y su apertura estará sincronizada a la del seccionador; el mango de este último tendrá un candado que prohiba el cierre intempestivo del aparato. Los conductores eléctricos entrarán en el armario por medio de guarniciones impermeables; todas las terminales serán convenientemente identificadas conforme a los esquemas que se remitan.

b) El constructor indicará las tres dimensiones del armario así como la ubicación deseada de éste en la vía de lavado.

023.C.09 PISO Y VIA

El plano correspondiente precisa las zonas de piso reservadas para la implantación de la máquina y de sus accesorios y que, en consecuencia, no estarán cubiertos con cemento en espera de la instalación de la máquina lavadora.

El encementado definitivo de estas zonas se realizará según los planos detallados que proporcionará el constructor de la máquina; los vertederos de paso de las canalizaciones así como los drenajes eficaces que se han de establecer, se realizarán en el momento de los trabajos de albañilería. Las disposiciones que se tomen para la colocación de la vía, se indican también en el plano; los trenes correrán:

— Sobre sus llantas en la zona exterior revestida con un enlosado de cemento en el nivel cero (el de los rieles).

— Sobre sus ruedas metálicas auxiliares en el hall donde se colocará la vía en posición saliente.

023.C.10 SUMINISTRO

Además de los principales elementos de la máquina como cepillos, canalizaciones de rociado del tren, conjunto de almacenamiento y dosificación de detergente, pupitre de control, etc., el suministro comprenderá todos los enlaces tanto hidráulicos como neumáticos y eléctricos, todas las válvulas manuales y electroválvulas, todos los órganos de sellado, los dos cepillos con mangos de limpieza manual enlazados con la instalación así como la señal luminosa del fondo de la vía y su línea eléctrica de alimentación, que sale de la consola de control.

Los límites de suministro serán los siguientes:

— Las reservaciones de sellados y los vertederos se preverán según planos detallados que se deberán proporcionar.

— Las llegadas de agua y de aire comprimido en el tramo de lavado.

— Una caja de conexión eléctrica de reserva también en ese edificio (corriente trifásica 220 V entre fases, 60 Hz, más el neutro y la terminal de tierra).

Correrán a cargo del constructor de la máquina todos los montajes en el lugar, de enlaces, de regulaciones y de pruebas del conjunto de los elementos constitutivos de la máquina. Los sellados de mortero, la constitución de los enlosados de cemento, el suministro y la colocación de las rejillas de drenajes y de las láminas de cobertura de los vertederos, los ejecutarán terceros, coordinando su tarea con la del constructor de la máquina; este último asumirá la responsabilidad de la parte que le corresponde.

Para la fase de prueba y de precisión de la instalación, el constructor de la máquina suministrará una cantidad de producto detergente y de aditivo neutralizante para el tratamiento de 25 trenes de nueve carros.

El constructor de la máquina deberá proporcionar toda la información requerida, de acuerdo con lo siguiente:

a) Anexar a cualquier oferta de precios:

— Una descripción de la instalación en forma de folleto detallado.

— Fotografías o grabados de equipos similares (con lista de referencias).

— Plano esquemático con las dimensiones principales para mostrar la compatibilidad de los elementos de la máquina con las reservaciones establecidas en el plano respectivo.

— Cuadro de los valores de los flujos y de las presiones en los diversos circuitos hidráulicos.

— Normas y especificaciones a las cuales responden todos los elementos de la instalación.

b) En caso de pedido (en cinco ejemplares):

— Folleto descriptivo y de funcionamiento.

— Esquemas hidráulico y neumático detallados.

— Esquema eléctrico detallado.

— Manual de mantenimiento que precise en particular los puntos de engrase y la naturaleza de los lubricantes.

— Plano acotado muy detallado de los cimientos y de los sellados de los elementos de la máquina.

— Dibujo acotado del conjunto de la instalación.

— Nomenclatura de los órganos subtratados con referencias y características principales.

— Certificados de prueba hidráulica de los depósitos bajo presión (si el suministro los incluye).

c) El precio que indique el constructor deberá desglosarse en tres partes claramente separadas:

— El precio del suministro propiamente dicho.

— El precio de un lote de piezas de repuesto, del orden del 5 por ciento del precio del suministro.

— El precio del montaje en el lugar y de los ajustes, pruebas y puesta en servicio.

023.C.11 RECEPCION

Se hará de acuerdo con lo siguiente:

a) Recepción provisional. Consistirá en un programa de pruebas prácticas del funcionamiento de la instalación durante las cuales los chorros quedarán regulados por el constructor según las necesidades de los trenes.

b) Recepción definitiva. Al finalizar el periodo de garantía, se solicitará que se efectúen, totalmente o

en partes, las mismas pruebas realizadas para la recepción provisional; esta última serie de pruebas correrá a cargo del comprador, si durante el periodo de garantía no se ha comprobado la existencia de ningún desperfecto en el uso de la instalación con cargo al constructor.

023.C.12 GARANTIA

El constructor garantizará la máquina y todos sus componentes, contra cualquier falla de diseño, operación, equipo, materiales, mano de obra, operación e instalación; la garantía tendrá una duración mínima exigida, de un año a partir de la fecha de recepción provisional.

023.C.13 PLANOS

Los planos enunciados servirán al proveedor únicamente como referencia y complemento a lo aquí descrito, debiendo presentar con su propuesta los planos descriptivos del equipo objeto de esta Especificación.

023.C.14 DERECHOS DE PATENTE

Los derechos de patente estarán a cargo del fabricante o proveedor, quien liberará a COVITUR de cualquier reclamación o cargo por el uso de patente en el suministro de materiales o equipos.

023.C.15 CAPACITACION

El suministro de la máquina lavadora, incluirá, a solicitud de COVITUR, las sesiones de capacitación que para operación y mantenimiento menor de la misma se requerirán, indicando el número y la duración de las mismas.