



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES
PARA EL SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO
DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA
EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC
PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 1 DE 168

LISTA DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

REFERENCIA DEL DOCUMENTO	TITULO
2020-SDGM-CBTC—L1MO-000-II-01-01-E-00	(Este documento) Especificaciones Técnicas y Funcionales para la Adquisición, Suministro y Puesta en Servicio de Trenes de Rodadura Neumática Equipados con CBTC Embarcado para la Línea 1 Del Metro de la Ciudad de México.
2020-SDGM-CBTC—L1MO-000-II-01-01-E-00	A5.1 - Especificaciones Funcionales de CBTC
2020-SDGM-TC—L1MO-000-II-01-05-E-00	A5.5 Telecomunicaciones e Información al Usuario v.3
2020-SDGM-CBTC—L1MO-000-II-01-01-E-00	Anexo AX.x - Especificación Interfaz CBTC - MRO
2020-SDGM-CBTC—L1MO-000-II-01-01-E-00	A5.10 Vías Secundarias v.2 (Talleres Zaragoza)
	Anexo B1 – Radiotelefonía de Trenes TETRA
	Anexo B2 - Pendientes y Radios de Curvatura de la Línea 1. Plano de Perfil, Señalización y Alimentación – Tracción.
	Anexo B3 - Comunicación de Vía Principal que Corresponda al Trazo Tangencial (Comunicación Tangente 13)
	Anexo B4 - Gálibo En el que Deben Quedar Inscritas las Cajas y los Órganos Instalados Bajo Bastidor (NM83A y 83B 1a fase)
	Anexo B5 - Galibo de trenes neumáticos del metro de la ciudad de México
	Anexo BXXXX Distribución de Planta de los Talleres de Mantenimiento Sistemático Zaragoza

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 2 DE 168

ÍNDICE

1.	ABREVIACIONES Y DEFINICIONES	9
2.	LISTA DE NORMAS POR SUBSISTEMA	11
2.1.	GENERAL	11
2.2.	PRUEBAS	11
2.3.	SEGURIDAD CONTRA FUEGO Y HUMO	11
2.4.	RAMS Y SOFTWARE	12
2.5.	NORMAS SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	13
2.6.	VIBRACION, CONFORT DINAMICO Y RUIDO	13
2.7.	SOLDADURA Y MATERIALES	14
2.8.	CABLEADO, CONECTORES, COMPONENTES ELECTRICOS	14
2.9.	CAJA	15
2.10.	ACOPLADOR	16
2.11.	INTERIORISMO	16
2.12.	ILUMINACION	16
2.13.	BOGIE	17
2.14.	PUERTAS	17
2.15.	SISTEMA VENTILACION FORZADA	17
2.16.	EQUIPOS DE BAJA/ALTA TENSION Y EQUIPOS DE TRACCION	18
2.16.1.	Inductor de línea	19
2.16.2.	Subunidad de precarga	20
2.16.3.	Módulo de potencia	21
2.16.4.	Reóstato de freno	21
2.16.5.	Supervisor	22
2.16.6.	Motores de tracción	22
2.17.	CONVERTIDOR AUXILIAR	22
2.18.	BATERIA AUXILIAR	23
2.19.	MODULO DE FRENADO Y DE PRODUCCION DE AIRE	24
2.20.	SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DEL TREN	24
2.21.	SISTEMA DE COMUNICACION EMBARCADO	25
3.	OBJETIVOS Y ALCANCES DE LAS ESPECIFICACIONES.	26
4.	CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS PARA EL SUMINISTRO DE LOS TRENES NEUMÁTICOS	27
4.1.	GENERALIDADES	27
4.2.	CONDICIONES AMBIENTALES	27
4.3.	VÍA	28
4.4.	GÁLIBO	29
4.5.	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN	29
4.6.	INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS	30
4.7.	COMPOSICIÓN DE LOS TRENES	30
4.8.	DIMENSIONES DE LOS TRENES	31
4.9.	DEFINICIÓN DE PESO Y CARGA PARA LOS CÁLCULOS DEL DESEMPEÑO DE LOS TRENES	31
4.10.	DESEMPEÑO DE LOS TRENES	32
4.10.1.	Velocidades	32
4.10.2.	Tracción y frenado	32
4.10.3.	Sistema Antibloqueo	34
4.10.4.	Freno de Inmovilización y de estacionamiento	35

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 3 DE 168

4.10.5.	Ciclos de Servicio-----	35
4.10.6.	Tipos de Servicio -----	39
4.10.7.	Regímenes excepcionales de servicio-----	40
4.11.	<i>SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS</i> -----	40
4.11.1.	Simulaciones -----	40
4.11.2.	Gráficas-----	41
4.12.	<i>NIVEL ACÚSTICO Y VIBRACIONES</i> -----	42
4.12.1.	Nivel de Ruido Producido en Campo Libre por un Tren -----	42
4.12.2.	Nivel de Ruido en el Interior de los Coches-----	42
4.12.3.	Vibraciones y Temperatura.-----	43
4.12.4.	Maniobras para Mantenimiento -----	43
4.12.5.	Características del Mantenimiento-----	43
4.12.6.	Tipos de Mantenimiento-----	44
4.12.6.1	Mantenimiento Preventivo -----	44
4.12.6.2	Mantenimiento Correctivo-----	45
4.13.	<i>SEGURIDAD</i> -----	46
4.13.1.	Clasificación de la Gravedad de los Acontecimientos-----	47
4.13.2.	Clasificación de los Equipos -----	47
4.13.3.	Objetivos Cuantitativos -----	47
4.13.4.	Análisis Preliminar de los Riesgos-----	47
4.14.	<i>NORMAS</i> -----	48
4.15.	<i>MEDIDAS ANTI-VANDÁLICAS</i> -----	48
4.16.	<i>PROTECCIÓN Y SEGURO CONTRA LOS INCENDIOS, INFLAMABILIDAD Y EMISIÓN DE HUMO</i> -----	50
4.16.1.	Detección de incendios-----	50
4.16.2.	Materiales de acabado -----	50
4.16.3.	Barrera del fuego del suelo-----	51
4.16.4.	Extintor de incendios -----	51
5.	ESPECIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS Y COMPONENTES DE LOS TRENES -----	52
5.1.	<i>BOGIES</i> -----	52
5.1.1.	Características Generales de los Bogies-----	52
5.1.2.	Criterios de Dimensionamiento -----	53
5.1.3.	Esfuerzos Máximos Admisibles-----	54
5.1.4.	Bastidor del Bogie -----	54
5.1.5.	Puente Motor y Portador -----	55
5.1.6.	Diferencial -----	55
5.1.7.	Mazas de Rueda Portadora-----	55
5.1.8.	Rueda Portadora-----	56
5.1.9.	Rueda de Seguridad-----	56
5.1.10.	Ruedas de Guiado -----	57
5.1.11.	Montaje del motor de Tracción -----	57
5.1.12.	Acoplamiento Motor - Diferencial-----	57
5.1.13.	Puente Portador -----	57
5.1.14.	Suspensión Primaria -----	57
5.1.15.	Suspensión Secundaria -----	58
5.1.16.	Unión Caja - Bogie -----	58
5.1.17.	Requerimientos Generales -----	59
5.2.	<i>SISTEMA DE FRENADO NEUMÁTICO</i> -----	59
5.2.1.	Generalidades -----	59
5.2.2.	Freno de Estacionamiento-----	60
5.3.	<i>ÓRGANOS DIVERSOS</i> -----	61
5.3.1.	Conexiones Neumáticas-----	61
5.3.2.	Toma y Regreso de Corriente-----	61
5.3.3.	Fusibles-----	62
5.3.4.	Tipos de Cajas-----	64
5.3.5.	Estructura de la Caja -----	64



TÍTULO:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

HOJA: 4 DE 168

5.3.5.1	Generalidades	64
5.3.5.2	Resistencia	64
5.3.5.3	Bastidor	66
5.3.5.4	Cofres Laterales	66
5.3.6.	Enganches y Pasillo de Intercirculación	67
5.3.6.1	Enganches Extremos	68
5.3.6.2	Enganches Intermedios	68
5.3.6.3	Pasillo de Intercirculación	68
5.4.	PUERTAS	69
5.4.1.	Aspectos Técnicos	69
5.4.2.	Puertas de Acceso al Salón de Pasajeros	70
5.4.2.1	Aspectos generales	70
5.4.2.2	Dispositivo de señal de alarma KFS en coche:	74
5.4.2.3	Condena de Puerta	75
5.4.2.4	Acceso para operador del tren (desde el exterior)	77
5.4.3.	Dispositivo de liberación y desenclavamiento de las puertas en emergencia	77
5.5.	VENTANAS	78
5.6.	AISLAMIENTOS	79
5.7.	REVESTIMIENTOS	79
5.8.	PAREDES Y TECHO	80
5.9.	PISOS	80
5.10.	SALÓN DE PASAJEROS	81
5.10.1.	Asientos	81
5.10.2.	Espacio exclusivo para usuarios con silla de ruedas y/o con discapacidad motriz	82
5.10.3.	Ventilación Forzada	82
5.10.3.1	Descripción general	82
5.10.4.	Pasamanos	82
5.10.5.	Pintura	83
5.10.6.	Señalización Exterior Luminosa	83
5.10.7.	Iluminación Interior del Salón de Pasajeros	83
5.10.8.	Cableado de Tensión Tracción y Baja Tensión	84
5.10.9.	Acopladores Eléctricos	86
5.10.10.	Elementos de Protección Eléctrica	86
5.10.11.	Equipos y Arreglos Diversos	86
5.10.12.	Inscripciones y Placas	87
5.11.	CONDUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL MATERIAL RODANTE	88
5.11.1.	Estados de Material Rodante	88
5.11.2.	Cabina de Conducción	90
5.11.3.	Pupitre de Conducción	91
5.11.4.	Asiento del Conductor	92
5.11.5.	Puertas de Acceso a Cabina	92
5.11.5.1	Puertas de Intercomunicación Cabina-Salón de Pasajeros	92
5.11.5.2	Sistema e-botón	93
5.11.5.3	Iluminación de la Cabina	93
5.11.5.4	Ventilación Forzada en la Cabina	94
5.11.6.	Luces de Protección de los Trenes	94
5.11.7.	Luces de Identificación	94
5.11.8.	Indicador Frontal Luminoso	94
5.11.9.	Advertidores Sonoros	95
5.11.10.	Conmutadores	95
5.11.11.	Accesorios Diversos	95
5.11.12.	Equipos y Accesorios de Cabina	95
5.12.	SISTEMA DE TRACCIÓN - FRENADO	107
5.12.1.	Características Generales	108
5.12.2.	Condiciones Generales de Funcionamiento	109
5.12.3.	Operación de la Característica de Antipatinaje y Antideslizamiento	109



TITULO:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

HOJA: 5 DE 168

5.12.4.	Influencia sobre las Instalaciones Eléctricas Exteriores	110
5.12.5.	Sistema de Enfriamiento	110
5.12.6.	Resistencias de Freno Reostático	110
5.12.7.	Disyuntor Ultrarrápido	110
5.12.8.	Componentes del Equipo Eléctrico de Potencia	111
5.12.9.	Protecciones y Seguridades	111
5.12.10.	Sistema de Control y Señalización	112
5.12.11.	Aparatos de Mando y Control	112
5.12.11.1	Conmutador de Marcha Emergente en Conducción Manual	113
5.12.11.2	Conmutador de Maniobra	113
5.12.12.	Conmutador "Escobillas-Trole" KFP	113
5.12.13.	Construcción y Montaje	113
5.12.14.	Motores de Tracción	114
5.12.14.1	Características Generales	114
5.12.14.2	Construcción y Montaje	115
5.13.	SISTEMA DE GENERACIÓN Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	115
5.13.1.	Convertidor Estático	115
5.13.1.1	Características Generales	115
5.13.1.2	Condiciones de Funcionamiento	115
5.13.2.	Bancos de Batería	119
5.14.	SISTEMA DE GENERACIÓN Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA NEUMÁTICA	120
5.14.1.	Generación y Distribución de Aire Comprimido	120
5.14.2.	Gestión de la generación de aire	120
5.14.3.	Unidad de Compresión de Aire	121
5.14.4.	Motor Eléctrico	122
5.14.5.	Inversor del Grupo Moto-compresor	122
5.14.6.	Secador de Aire	123
5.14.7.	Tanques de Aire Comprimido	123
5.14.8.	Control, Mando y Regulación	123
5.14.9.	Instalación Neumática	124
5.15.	INFORMÁTICA EMBARCADA (DEL MATERIAL RODANTE)	125
5.15.1.	Generalidad	125
5.15.2.	Concepción General del Sistema de Control y Mando	127
5.15.3.	Características de Funcionamiento	127
5.15.4.	Funciones Auxiliares Integradas a la Informática	129
5.15.5.	La red informática y la sincronización con puertas de andén	130
5.15.6.	Características del Equipo Portátil y Fijo de Servicio	131
5.15.7.	Software de Análisis de Datos	131
5.15.8.	Ayuda al Mantenimiento	131
5.15.9.	Caja de Señalización "BS"	132
5.16.	REGISTRADOR ELECTRÓNICO DE EVENTOS	132
5.16.1.	Funciones Generales	133
5.16.1.1	Extracción de datos y configuración de parámetros de acuerdo a un nivel de acceso	133
5.16.1.2	Características generales	133
5.16.2.	Características Operativas	134
5.16.3.	Características de Alimentación	136
5.17.	RED DE MEDIOS AUDIOVISUALES (MAV):	136
5.17.1.	Red MAV	136
5.17.2.	Interfonía y megafonía/voceo/sonorización, información al usuario (PIU), CCTV, telefonía de trenes.	137
5.17.2.1	Aviso de Cierre de Puertas	137
5.17.2.2	Anuncio de Estaciones	138
5.17.2.3	Envío de mensajes pregrabados	138
5.17.2.4	Sistema de Pantallas de Información al Usuario (PIU) y de Difusión De Publicidad (DDP)	138
5.17.3.	Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	139
5.17.3.1	Generalidades	139
5.17.4.	Telefonía de Trenes	140

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 6 DE 168

5.18.	CONTEO DE LOS PASAJEROS	140
5.19.	PILOTAJE AUTOMÁTICO CBTC	140
5.19.1.	Pruebas estáticas y dinámicas del PA y de la interfaz CBTC-MRO	141
5.19.2.	Sistema de supervisión de los neumáticos.	141
6.	ESTUDIO Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE FABRICACIÓN DE TRENES	141
6.1.	REVISIÓN DE DISEÑOS	142
6.2.	DOCUMENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS	142
6.2.1.	Primera Categoría	142
6.2.2.	Segunda Categoría	144
6.2.3.	Tercera Categoría	144
6.3.	ELABORACIÓN Y GESTIÓN DE LOS DOCUMENTOS	145
6.3.1.	Clasificación	146
6.3.2.	Planos de Equipos y Componentes	146
6.3.3.	Control de la Documentación	146
6.3.4.	Revisión de la Documentación	146
6.3.5.	Entrega de Documentos	146
6.3.6.	Gestión Electrónica de Documentos (GED)	146
7.	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO.	147
7.1.	AVERÍAS QUE AFECTAN LA SEGURIDAD.	147
7.2.	FIABILIDAD.	147
7.2.1.	Especificación de la Fiabilidad.	147
7.2.2.	Fiabilidad por lote y MDBF especificado.	148
7.2.3.	Especificación de la Fiabilidad por Sistema.	149
7.2.3.1	Clasificación de los Sistemas del Tren.	149
7.2.4.	Fiabilidad por Sistema y MDBFS _x especificado	150
7.2.5.	Procedimiento de Evaluación de la Fiabilidad.	151
7.2.6.	Averías que Provocan Afectaciones al Servicio	152
7.3.	DISPONIBILIDAD.	153
8.	SERVICIO DE MANTENIMIENTO.	154
8.1.	PLAN DE MANTENIMIENTO.	155
8.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	155
8.3.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	156
8.4.	MODIFICACIONES A LOS CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	156
8.5.	EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	156
8.6.	CALIFICACIÓN PONDERADA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	157
8.7.	REALIZACIÓN DE TRABAJOS ESPECIALES DE MANTENIMIENTO, REPARACIÓN, SUSTITUCIÓN O MODIFICACIONES.	157
8.8.	IMAGEN Y CONFORT	157
8.9.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	157
8.9.1.	Atención de Situaciones de Emergencia.	158
8.9.2.	Reparaciones por accidentes no imputables a "EL LICITANTE GANADOR" y acciones vandálicas.	158
8.10.	REFACCIONES Y EQUIPOS.	159
8.10.1.	Refacciones y Materiales de Consumo	159
8.10.2.	Equipos y Refacciones del Tren y Stock de Seguridad	159
8.10.3.	Condiciones para el Refaccionamiento	159
9.	TALLERES INSTALACIONES Y EQUIPOS.	160
9.1.	TALLERES	160
9.2.	INSTALACIONES Y EQUIPOS	160
10.	NORMAS DE SEGURIDAD Y DISPOSICIONES INTERNAS DE "EL S.T.C."	161
11.	SUPERVISIÓN Y PRUEBAS	161

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 7 DE 168

11.1.	<i>SUPERVISIÓN DE LA FABRICACIÓN</i> -----	161
11.2.	<i>RESPONSABILIDAD</i> -----	162
11.3.	<i>FASES DE LA SUPERVISIÓN</i> -----	162
11.3.1.	Supervisión en la Recepción de Materiales y Componentes -----	162
11.3.2.	Supervisión en el Proceso de Fabricación -----	162
11.3.3.	Supervisión de Herramientas para el Proceso de Ensamble. -----	163
11.3.4.	Autorización de Embarque -----	163
11.3.5.	Acta de Inspección de Llegada de Tren a Instalaciones de "EL STC" -----	164
11.4.	<i>ACONDICIONAMIENTO Y PRUEBAS</i> -----	164
11.5.	<i>RECEPCIÓN PARA PUESTA EN SERVICIO</i> -----	165
12.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE "EL STC" (TRANSFERENCIA Y TECNOLOGÍA) -----	165
13.	HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE DIAGNÓSTICO -----	167
13.1.	<i>HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO</i> -----	167
14.	PROGRAMA GENERAL -----	167
15.	MODIFICAR 10 TRENES NE-16 QUE ACTUALMENTE CIRCULAN EL LÍNEA 1 -----	168

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 8 DE 168

1. ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

➤ **Abreviaciones:**

ABREVIACIÓN	
ATC	Automatic Train Control (Pilotaje Automático). ATC = ATP + ATO
ATO	Automatic Train Operation (Pilotaje Automático en modo PA)
ATP	Automatic Train Protection (Pilotaje Automático en modo CMC)
CBTC	Communications-Based Train Control
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CE	Tubería de Equilibrio (Conduite d'Equilibre)
CMC	Conducción Manual Controlada CBTC
CLT2	Conducción Manual Limitada a T2 máximo 35 Km/h
COM	Telecomunicaciones
EN	Normas Europeas
FIFO	First In First Out (memoria circular)
FU	Frenado de Urgencia (freno máximo neumático)
IEC	International Electrotechnical Commission
IHM	Interfase Hombre Máquina
ISO	Organización Internacional de Normalización
KFS	Palanca de emergencia
LED	Diodo Emisor de Luz
MRO	Material Rodante
MTTR	Tiempo de intervención (Mean Time To Repair)
MACTB	Botón de Aislamiento del CBTC
NAFS	Nivel de Afectaciones al Servicio
PA	Pilotaje Automático (CBTC)
PCC	Puesto de Comando Centralizado
STC	Sistema de Transporte Colectivo
TAFS	Tiempo de Afectaciones al Servicio
TMC	Monitoreo de la Conducción y Operación
TCMS	Sistema Informático del Material Rodante
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
UIC	Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC = Union Internationale des Chemins de Fer)



TÍTULO:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

HOJA: 9 DE 168

➤ **Definiciones:**

MODOS DE CONDUCCIÓN	
Modo PA	Modo de conducción en Pilotaje Automático (Valido para el CBTC)
Modo CMC	Modo de conducción Manual Controlada (Valido para el CBTC)
MA	Maniobra Automática (en terminales o en servicios provisionales)
PAA	Pilotaje Automático Marcha Atrás (aplicable solo más 20 metros después del Punto Normal de Paro)
CLT2	Conducción Manual Limitada a T2 máximo 35 Km/h



TITULO:
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA
ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO
DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON
PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MÉXICO**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

HOJA: 10 DE 168

2. LISTA DE NORMAS POR SUBSISTEMA

(La relación de normas que a continuación se indican de manera enunciativa y no limitativa por lo que; en su caso, se deberán considerar las actualmente vigentes para cada caso)

2.1. GENERAL

EN 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP)
ISO 14738	Seguridad de las máquinas - Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.
ISO 68-1	Rosca ISO para usos generales. Perfil básico. Roscas métricas
ISO 9001 2018	Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos

2.2. PRUEBAS

EN 50215	Aplicaciones ferroviarias -Ensayos del Material Rodante al término de su construcción y antes de su puesta en servicio
IEC 61133	Usos de ferrocarril - Material Rodante - las Pruebas de Material Rodante sobre terminación de construcción y antes de entrada en servicio

2.3. SEGURIDAD CONTRA FUEGO Y HUMO

EN 50306	Material Rodante ferroviario – Conductores eléctricos y cables libres de halógenos con aislantes de capa fina y capas protectoras.
EN 50264	Material Rodante ferroviario – Conductores eléctricos y cables libres de halógenos.
EN 50382	Material Rodante ferroviario – Conductores eléctricos libres de halógenos, clase 120 C.
EN 45545	Material Rodante – Comportamiento del fuego – Elección de materiales, aplicación para equipos eléctricos
NF X 70-100	Pruebas de fuego – Análisis de pirolisis y gases de combustión – Método del horno tubular
EN 1363-1	Pruebas de resistencia al fuego – Parte 1: Requerimientos generales
UIC 564-2	Aplicaciones ferroviarias. Normas relativas a medidas de protección y extinción de incendios en vehículos ferroviarios de transporte de pasajeros o vehículos asimilados utilizados en servicios internacionales. Resistencia al fuego de asientos.
EN 13501-2	Clasificación de reacción al fuego de los materiales de construcción y elementos para edificios – Parte 2: Clasificación en función de los datos de las pruebas de resistencia al fuego, excepto los servicios de ventilación
EN 1364-2	Pruebas de resistencia al fuego para elementos no portantes – Parte 2 techos

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

2.4. RAMS Y SOFTWARE

EN 50126 (IEC 62278)	Aplicaciones ferroviarias - La Especificación y Demostración de la Fiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad Y Seguridad (RAMS).
EN 50128 (IEC 62279)	Aplicaciones ferroviarias - Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento - Software para sistemas de control y protección de ferrocarril
EN 50129 (IEC 62425)	Aplicaciones ferroviarias - Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento - Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización
EN 62267 (IEC 62267)	Aplicaciones ferroviarias. Transporte urbano guiado automáticamente (AUGT). Requisitos de seguridad
ISO 9001	Sistemas de gestión de la Calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio
ISO/IEC 90003:2004	Software engineering -- Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software
EN 50126 (IEC 62278)	Aplicaciones ferroviarias - La Especificación y Demostración de la Fiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad Y Seguridad (RAMS).
IEC 61165	Aplicación de Técnicas de Markov Agosto de 2004
MIL-HDBK 217F	Manual Militar 217 F Predicción de Fiabilidad de Equipos Electrónicos Diciembre de 1991
MIL-HDBK-472	Predicción de Mantenibilidad
IEC 61164	Crecimiento de Fiabilidad: Prueba estadística y métodos de estimación
MIL-HDBK-781-A	Manual Militar Métodos de Prueba de Confiabilidad, Planes y ambiente para Ingeniería, Desarrollo, Calificación y Producción, 1996
IEC-60050-191-05	Vocabulario Electrotécnico Internacional, "Fiabilidad & Calidad de Servicio"
IEC – TR – 62380	Manual de datos de Fiabilidad – Modelo universal para predicción de confiabilidad de componentes electrónicos, PCBs y equipamiento
IEC 61124	Reliability Demonstration
IEC 61508-2	Common cause failure assessment methodology
IEC 60706-2	Maintainability Demonstration
IEC 61014	Reliability growth plan
IEC 60812	FMECA
MIL HDBK 470 ^a	Design for Maintainability

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

2.5. NORMAS SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

EN 50121-3-1	Aplicaciones ferroviarias – Compatibilidad electromagnética Parte 3-1 : Material Rodante – Tren y vehículo completo
EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias – Compatibilidad electromagnética Parte 3-2 : Material Rodante – Equipos
EN 50238-3	Aplicaciones ferroviarias – Compatibilidad ente el Material Rodante y los sistemas de detección de trenes Parte 3: Compatibilidad con el contador de ejes
EN 50500	Aplicaciones ferroviarias – Procedimientos de medición de niveles de campos magnéticos generados por equipos electrónicos y eléctricos en el entorno ferroviario con respecto a la exposición humana
EN 55011	Emisiones Conducidas, Emisiones Radiadas
IEC 61000-4	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

2.6. VIBRACION, CONFORT DINAMICO Y RUIDO

EN 14363	Pruebas para la aceptación del comportamiento dinámico de los vehículos ferroviarios
EN 61373	Aplicaciones ferroviarias – Equipo de Material Rodante – Pruebas de impacto y vibración
IEC 61373	Aplicaciones ferroviarias – Equipo de Material Rodante – Pruebas de impacto y vibración
ISO 2631-1	Vibraciones y choques mecánicos - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales.
ISO 2631-2	Vibraciones y choques mecánicos - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 2: Vibración en edificios (1 Hz a 80 Hz).
ISO 2631-4	Vibraciones mecánicas y choques - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 4: Directrices para la evaluación de los efectos de la vibración y movimiento rotacional en el confort de los pasajeros y tripulación sobre sistemas de transporte sobre guías fijas
ISO 2631-5	Vibraciones y choques mecánicos - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 5: Métodos para la evaluación de vibraciones que contienen choques múltiples
UIC 513	Directrices para la evaluación del confort del pasajero en relación a la vibración en vehículos ferroviarios
ISO1996-1	Definición de criterios acústicos
EN ISO 3095 2010	Aplicaciones ferroviarias. Acústica. Medida del ruido emitido por vehículos sobre rieles

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 13 DE 168

2.7. SOLDADURA Y MATERIALES

EN 15085	Aplicaciones ferroviarias. Soldadura de vehículos y de componentes ferroviarios
EN 15152	Aplicaciones ferroviarias. Parabrisas frontales de cabinas de tren
EN 15610	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldadura para los materiales metálicos Cualificación basada en el empleo de consumibles de soldadura probados
EN 15614-1	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldadura para los materiales metálicos - Prueba de procedimiento de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco y con gas de aceros y soldadura por arco de níquel y sus aleaciones
EN 15614-2	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldadura para los materiales metálicos - Prueba de procedimiento de soldadura. Parte 2: Soldadura por arco del aluminio y sus aleaciones
EN 287-1	Cualificación de soldadores - Soldadura por fusión. Parte 1: Aceros.
EN 288-3	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldadura para los materiales metálicos
EN 485-1	Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro e inspección.
EN 10204	Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección
EN 485-2	Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 2: Características mecánicas.
EN 485-3	Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 3: Tolerancias dimensionales y de forma de productos laminados en caliente.
EN 485-4	Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 4: Tolerancias de forma y dimensionales de productos laminados en frío.
EN 486	Aluminio y aleaciones de aluminio. Tochos para extrusión. Especificaciones.
EN ISO 9606-2	Cualificación de soldadores - Soldadura por fusión - Parte 2: Aluminio y aleaciones de aluminio
ISO 2553	Soldadura y procesos afines - Representación simbólica en los planos
ISO 5817	Soldadura. Uniones soldadas por fusión de acero – Niveles de calidad para las imperfecciones.
UIC 897-11	Especificación técnica para la aceptación de soldadores para soldadura por fusión de aceros
EN 10020	Definición y clasificación de los tipos de aceros.
EN 10027-1	Sistemas de designación de aceros. Parte 1: Designación simbólica.
EN 10027-2	Sistemas de designación de aceros. Parte 2: designación numérica.
EN 10204	Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección

2.8. CABLEADO, CONECTORES, COMPONENTES ELECTRICOS

EN 50261	Aplicaciones ferroviarias - Montaje de equipamientos electrónicos.
EN 50264-1	Aplicaciones ferroviarias. Cables de energía y de control con propiedades

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 14 DE 168

	especiales ante el fuego para Material Rodante ferroviario. Parte 1 Requisitos generales.
EN 50264-2	Aplicaciones ferroviarias. Cables de energía y de control con propiedades especiales ante el fuego para Material Rodante ferroviario. Parte 2 Cables con aislamiento de elastómero reticulado. Cables multipolares.
EN 50305	Aplicaciones ferroviarias. Cables para Material Rodante con un comportamiento especial ante el fuego. Métodos de ensayo.
EN 50306	Aplicaciones ferroviarias. Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada
EN 50306-1	Aplicaciones ferroviarias. Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada. Parte 1: Requisitos generales.
EN 50306-2	Aplicaciones ferroviarias - Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada. Parte 2: Cables con un conductor.
EN 50306-3	Aplicaciones ferroviarias - Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada. Parte 3: Cables con un conductor y cables multi-conductores (dobles, triples y cuádruples) con una delgada capa de armadura.
EN 50306-4	Aplicaciones ferroviarias - Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada. Parte 4: Cables multi-conductores y multipares con armadura normalizada.
EN 50343	Aplicaciones ferroviarias - Material Rodante - Reglas para la instalación del cableado
EN 50355	Aplicaciones ferroviarias. Cables para Material Rodante ferroviario con un comportamiento especial ante el fuego. Capa aislante delgada y estándar- guía de uso
EN 50382-1	Aplicaciones ferroviarias. Cables de energía de alta temperatura, para material móvil, con comportamiento especial frente al fuego. Parte 1 Requisitos generales.
EN 50382-2	Aplicaciones ferroviarias. Cables de energía de alta temperatura, para material móvil, con comportamiento especial frente al fuego. Parte 2 Cables unipolares con aislamiento de caucho de silicona para 120°C o 150 °C.
EN 60228	Conductores de cables aislados.
UIC 533	Protección por puesta a tierra de las partes metálicas de vehículos
UIC 550	Aplicaciones ferroviarias. Fuentes de alimentación para Material Rodante
UIC 648	Conexiones para cables eléctricos y tubos de aire en cabezales de locomotoras y remolques automotores

2.9. CAJA

EN 12663 cat P-III	Aplicaciones ferroviarias. Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios.
EN15227 cat 2	Aplicaciones ferroviarias. — “Crashworthiness” requisitos para vehículos ferroviarios

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 15 DE 168

EN ISO 6272	Pintura y Barnices, ensayos de deformación rápida
EN ISO 2409	Pintura y Barnices, ensayo de corte
EN ISO 2812-2	Pintura y barnice - Determinación de la resistencia a los líquidos - Parte 1: Métodos generales
ISO 7784-1	Pinturas y barnices - Ensayo de resistencia a la abrasión
ISO 6272-1	Pinturas y barnices - Ensayo de Rapid-deformación (resistencia al impacto) - Parte 1: Ensayo de caída de una maza con penetrador de gran superficie
EN 12944-5	Pinturas y barnices - Protección contra la corrosión de estructuras de acero por sistemas de protección de pintura - Parte 5: Los sistemas de protección de pintura

2.10. ACOPLADOR

UIC 648	Conexiones para cables eléctricos y tubos de aire en cabezales de locomotoras y remolques automotores.
---------	--

2.11. INTERIORISMO

UIC 564-2	Aplicaciones ferroviarias. Normas relativas a medidas de protección y extinción de incendios en vehículos ferroviarios de transporte de pasajeros o vehículos asimilados utilizados en servicios internacionales. Resistencia al fuego de asientos.
UIC 565-3	Indicaciones para la disposición de los coches adecuados para el transporte de pasajeros con discapacidad en sus sillas de ruedas
EN ISO 7250-1	Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.
ISO 3538	Vehículos de carretera. Vidrios de seguridad. Métodos de ensayo de las propiedades ópticas.
UIC 651	Disposición de la cabina del conductor en las locomotoras, vagones, trenes de unidades múltiples y remolques automotores
UIC 566	Aplicaciones ferroviarias. Cargas en cajas de vehículos y sus elementos accesorios
UIC 617-3	Reglamentos relativos a la posición, tipo y dirección de operación del equipo de control principal en material de tracción eléctrica

2.12. ILUMINACION

EN 13272	Aplicaciones ferroviarias. Iluminación eléctrica para el Material Rodante de sistemas de transporte público
EN 12665	Luz y alumbrado. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 16 DE 168

2.13. BOGIE

EN 13452-1	Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Sistemas de freno para transportes públicos urbanos y suburbanos. Parte 1: Requisitos de funcionamiento.
EN 13452-2	Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Sistemas de frenado para transportes públicos urbanos y suburbanos. Parte 2: Métodos de prueba.
EN 13749	Métodos para especificar los requisitos estructurales de los bastidores de bogie.
EN 13802	Aplicaciones ferroviarias. Componentes de suspensión. Amortiguadores hidráulicos.
EN 13913	Aplicaciones ferroviarias. Componentes de suspensión de caucho. Piezas mecánicas a base de elastómeros
EN 13979-1	Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies Ruedas mono bloque. Procedimiento de aprobación técnica. Ruedas forjadas y laminadas.
UIC 515	Coches – Aparato de rodadura
UIC 515-4	Material Rodante del pasajero –Bogies remolque – Aparato de rodadura – Pruebas de resistencia estructurales de los bastidores de bogie.
UIC 518	Ensayos y homologación de los vehículos ferroviarios desde el punto de vista de su comportamiento dinámico – Estabilidad - Calidad del viaje
UIC 615-4	Unidades de fuerza motriz - Bogies y aparato de rodadura - Pruebas de resistencia estructurales de los bastidores de bogie.
UIC 811-1	Especificación técnica para el suministro de ejes para material de tracción y de cola
UIC 812 series	Especificación técnica para el suministro de ruedas
EN 14363	Pruebas para la aceptación del comportamiento dinámico de los vehículos ferroviarios.

2.14. PUERTAS

EN 14752	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de puerta de acceso para Material Rodante.
EN 50155	Aplicaciones Ferroviarias - Equipo Eléctrico utilizado en Material Rodante

2.15. SISTEMA VENTILACION FORZADA

EN 779	Filtros de aire utilizados en ventilación general para eliminación de partículas. Determinación de las prestaciones de los filtros.
EN 50347	Motores trifásicos de inducción de aplicación general con dimensiones y potencias normalizadas
EN 50155	Aplicaciones Ferroviarias - Equipo Eléctrico utilizado en Material Rodante

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

2.16. EQUIPOS DE BAJA/ALTA TENSION Y EQUIPOS DE TRACCION

IEC 1133	Tracción eléctrica – Material Rodante
IEC 61377- 1	Tracción eléctrica – Material Rodante - Pruebas combinadas para motores de corriente alterna alimentados por rectificador-inversor y su regulación
IEC 61377- 2	Tracción eléctrica – Material Rodante - Pruebas combinadas para troceadores y módulos CC
IEC 61377- 3	Tracción eléctrica – Material Rodante - Pruebas combinadas para inversor de dos fases y módulos CA
UIC 512	Condición a cumplir para evitar dificultades en la operación de circuitos de vía y pedales
EN 50124-1	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Requisitos fundamentales. Distancias en el aire y líneas de fuga para cualquier equipo eléctrico y electrónico.
EN 50124-2	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Sobretensiones y protecciones asociadas.
IEC 60068-2-77	Pruebas ambientales
IEC 60077-1	Aplicaciones ferroviarias - Equipos eléctricos para el Material Rodante Parte 1: Condiciones generales de servicio y reglas generales.
IEC 60077-2	Aplicaciones ferroviarias - Equipos eléctricos para el Material Rodante Parte 2: Componentes electrotécnicos. Reglas generales.
IEC 60310	Aplicaciones ferroviarias. Transformadores de tracción e inductancias instalados a bordo del Material Rodante
IEC 60322	Aplicaciones ferroviarias - Equipos eléctricos para Material Rodante - Reglas para resistencias de potencia de construcción abierta
IEC 60349-2	Máquinas eléctricas rotativas a tracción eléctrica para vehículos ferroviarios
IEC 61287–1	Convertidores de potencia instalados a bordo de Material Rodante
IEC 60529	Grados de protección provistos por cerramientos (Código IP).
IEC 60571	Equipos electrónicos utilizados en vehículos ferroviarios
IEC 61071–1	Condensadores para electrónica de potencia Parte 1
IEC 61881–1	Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Condensadores para electrónica de potencia.
IEC 61373	Aplicaciones ferroviarias – Equipos de Material Rodante. Prueba de golpes y vibraciones
IEC 61377	Tracción eléctrica – Material Rodante – ensayos combinados para motores de corriente alterna alimentados por inversor y su control
EN 50121–3–2	Compatibilidad electromagnética
EN 50124–1	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Parte 1. Espacios libres y distancias de fuga para todos los dispositivos eléctricos y electrónicos
EN 50125–1	Aplicaciones ferroviarias – Condiciones ambientales para los equipos. Parte 1 Equipo a bordo del Material Rodante.
EN 50126	Aplicaciones ferroviarias – Especificación y demostración de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) – Parte 1: Requerimientos básicos y proceso general

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 18 DE 168

EN 50128	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección ferroviaria.
EN 50153	Aplicaciones ferroviarias – Material Rodante. Disposiciones de protección contra riesgos eléctricos
EN 50155	Aplicaciones ferroviarias – Equipos electrónicos utilizados en Material Rodante
EN 50163	Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.
EN 50306-1	Aplicaciones ferroviarias – Cables con rendimiento especial de reacción al fuego – Pared delgada – parte 1: Requerimientos generales
EN 50343	Aplicaciones ferroviarias – Material Rodante ferroviario – Reglas para la instalación del cableado
EN 50355	Aplicaciones ferroviarias – Cables con rendimiento especial de reacción al fuego – Pared delgada y pared estándar – Guía de uso
EN 50382-1	Aplicaciones ferroviarias – Cables de potencia de alta temperatura para Material Rodante, con rendimiento especial de reacción al fuego – parte 1: Requerimientos generales
EN 60529	Especificación de los grados de protección que ofrecen los cerramientos (código IP)
EN 61373	Aplicaciones ferroviarias – Equipos de Material Rodante. Prueba de golpes y vibraciones
NF F 16101	Material Rodante ferroviario – Comportamiento al fuego – Elección de materiales
NF F 16102	Material Rodante ferroviario – Comportamiento al fuego – Elección de materiales, aplicación para equipos eléctricos
IEC 60349-1	Tracción eléctrica - Máquinas eléctricas rotativas para ferrocarriles y vehículos de carretera - Parte 1: Máquinas distintas de los motores de corriente alterna alimentados por convertidor electrónico.
IEC 60349-2	Tracción eléctrica - Máquinas eléctricas rotativas para ferrocarriles y vehículos de carretera - Parte 2: Motores de corriente alterna alimentados por convertidor electrónico.
IEC 60349-3	Tracción eléctrica – Máquinas eléctricas rotativas para ferrocarriles y vehículos de carretera – Parte 3: Determinación de las pérdidas totales de motores de corriente alterna alimentados por convertidor por adición de las pérdidas componentes
IEC 60571	Equipo Eléctrico utilizado en vehículos ferroviarios.
IEC 60850	Aplicaciones ferroviarias - Voltajes de suministro de sistemas de tracción

2.16.1. Inductor de línea

IEC 60068	Prueba ambiental básica Ka (niebla salina).
IEC 60076	Transformadores de potencia.
IEC 60077	Normas de tracción eléctrica.
IEC 60085	Evaluación y designación térmica de aislamiento eléctrico.
IEC 60216	Materiales de aislamiento eléctrico.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 19 DE 168

IEC 60310	Transformadores e inductores de tracción.
IEC 60349	Máquinas eléctricas rotativas.
IEC 60529	Grados de protección provistos por cerramientos (Código IP).
IEC 551	Determinación de niveles sonoros.
IEC 61287-1	Convertidores de potencia instalados a bordo de Material Rodante.
IEC 61373	Golpes y vibraciones de equipos de Material Rodante.
IEC 61377	Tracción eléctrica. Material Rodante. Ensayos combinados para motores de corriente alterna alimentados por inversor y su control.
EN 50121-3-2	Compatibilidad electromagnética
IEC 50124-1	Aplicaciones ferroviarias (Parte 1): Requisitos básicos. Huelgos y distancias de fuga para todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.
NFF 16101	Material Rodante ferroviario. Comportamiento al fuego. Elección de materiales.
NFF 16102	Material Rodante ferroviario. Comportamiento al fuego. Elección de materiales
ISO 9001 2018	Requisitos de calidad diseño, desarrollo y producción del proveedor.

2.16.2. Subunidad de precarga

EN 60077	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante.
IEC 60077-2	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante. Parte 2: Normas generales
EN 50125-1	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos.
EN 60721-3-5	Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades.
EN 60529	Grados de protección provistos por cerramientos (Código IP).
EN 61373 IEC 61373	Pruebas de golpes y vibraciones.
IEC 61287-1	Aplicaciones ferroviarias. Convertidores de potencia instalados a bordo de Material Rodante. Parte 1: Características y métodos de prueba.
EN 50155	Aplicaciones ferroviarias: Equipos electrónicos utilizados en Material Rodante.
NF F 16101 NF F 16102	Comportamiento ante el fuego de los distintos materiales Aplicación a equipos eléctricos
EN 60068-2-1	Pruebas ambientales. Parte 2-1: Pruebas. Prueba A: frío.
EN 60068-2-2	Pruebas ambientales. Parte 2-2: Pruebas. Prueba B: calor seco.
EN 60068-2-11	Pruebas ambientales. Parte 2: Pruebas. Prueba Ka: niebla salina.
EN 60068-2-30	Pruebas ambientales. Parte 2-30: Pruebas. Prueba Db: Calor húmedo, cíclica (ciclo de 12 h + 12 h)
EN 50124-1	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Parte 1: Requisitos básicos. Huelgos y distancias de fuga para todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.
EN 50124-2	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Parte 2: Sobretenión y protección relacionada.
EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-2: Material

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 20 DE 168

	Rodante. Equipos.
EN 60322	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante. Reglas para resistencias de potencia de construcción abierta.
EN 50163	Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.
EN 60112 IEC 60112	Método de determinación de los índices de prueba y resistencia al encaminamiento eléctrico de los materiales aislantes sólidos

2.16.3. Módulo de potencia

EN 60077	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante.
EN 50155	Equipos electrónicos utilizados en vehículos ferroviarios.
EN 60529	Grados de protección provistos por cerramientos (Código IP).
EN 61373 IEC 61373	Pruebas de golpes y vibraciones.
IEC 61508	Seguridad funcional de sistemas electrónicos y de software.
NF F 16101 NF F 16102	Comportamiento ante el fuego de los distintos materiales Aplicación a equipos eléctricos
EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-2: Material Rodante. Equipos.

2.16.4. Reóstato de freno

EN 60322 IEC60322	Reglas para resistencias de potencia de construcción abierta.
EN 50125-1	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos.
EN 60721-3-5	Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades.
EN 61373	Pruebas de golpes y vibraciones.
EN 50124-1	Parte 1: Requisitos básicos. Huelgos y distancias de fuga para todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.
ISO9614-1:1993 ISO9614-2:1996 ISO9614-3:2002	Normas internacionales para la caracterización y medición del ruido.
EN 50155	Aplicaciones ferroviarias: Equipos electrónicos utilizados en Material Rodante.
EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-2: Material Rodante. Equipos.
EN 50382-2	Aplicaciones ferroviarias. Cables de potencia de alta temperatura para Material Rodante, con rendimiento especial de reacción al fuego Parte 2: Cables unipolares con aislamiento de caucho de silicona para 120°C o 150°C

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 21 DE 168

2.16.5. Supervisor

EN 60077	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante.
EN50155	Equipos electrónicos utilizados en vehículos ferroviarios.
EN 60529	Grados de protección provistos por cerramientos (Código IP).
EN 61373 IEC 61373	Pruebas de golpes y vibraciones.
IEC 61508	Seguridad funcional de sistemas electrónicos y de software.
NF F 16101 NF F 16102	Comportamiento ante el fuego de los distintos materiales Aplicación a equipos eléctricos
EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3-2: Material Rodante. Equipos.

2.16.6. Motores de tracción

IEC 60349-2	Tracción eléctrica. Máquinas eléctricas rotativas para ferrocarriles y vehículos de carretera. Motores de corriente alterna alimentados por convertidor electrónico. "Reglas para equipos de tracción".
-------------	---

2.17. CONVERTIDOR AUXILIAR

EN 50121-3-2	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 3.2: Material Rodante. Equipos.
EN 50124-1	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Parte 1: Requisitos básicos. Huelgos y distancias de fuga para todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.
EN 50124-2	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Parte 2: Sobretensión y protección relacionada.
EN 50125-1	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para los equipos. Parte 1: Equipo a bordo del Material Rodante.
EN 50126	Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS).
EN 50128	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección ferroviaria.
EN 50153	Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Disposiciones de protección contra riesgos eléctricos.
EN 50155	Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados en Material Rodante.
EN 50163	Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción.
EN 50207	Aplicaciones ferroviarias. Convertidores de potencia electrónica para Material Rodante.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

EN 50215	Aplicaciones ferroviarias. Ensayos del Material Rodante al término de su construcción y antes de su puesta en servicio.
EN 60077-1	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante Parte 1: Condiciones generales del servicio y reglas generales.
EN 60077-2	Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el Material Rodante Parte 2: Componentes electrotécnicos. Reglas generales.
EN 60310	Aplicaciones ferroviarias. Transformadores de tracción e inductancias instalados a bordo del Material Rodante
EN 60529	Especificación de los grados de protección que ofrecen los cerramientos (código IP).
EN 60721-3-5	Clasificación de condiciones ambientales. Parte 3: Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades. Sección 5: Instalaciones de vehículos terrestres.
EN 61881	Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Condensadores para electrónica de potencia.
EN 50343	Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Reglas para la instalación del cableado.
EN 50264-1	Cables con aislamiento de espesor normal. Prescripciones generales.
EN 50306-1	Cables con aislamiento de espesor delgado. Prescripciones generales.
EN 50355	Cables de espesor normal y aislamiento delgado. Guía del usuario.
EN 50382-1	Cables unipolares con aislamiento de silicio (para 120 C y 150°C)
IEC 60384-4	Condensadores fijos para uso en equipos electrónicos. Parte 4: Especificación intermedia. Condensadores electrolíticos de aluminio con electrolito sólido y no sólido.
IEC 61287-1	Convertidores de potencia instalados a bordo de Material Rodante.
NF F 16101	Material Rodante ferroviario. Comportamiento al fuego. Elección de materiales.
NF F 16102	Material Rodante ferroviario. Comportamiento al fuego. Elección de materiales, aplicación en equipos eléctricos.

2.18. BATERIA AUXILIAR

IEC 60623	NiCd Batteries
EN 61373 ed. 2010	Vibrations & Chocs
EN 50155 ed. 2007, EN 50125, EN 6068-2-1	Climatic Condition
EN 50155	Electrical Constraint
EN 50343	Cabling
NF F 16101	Fire and Smoke

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 23 DE 168

2.19. MODULO DE FRENADO Y DE PRODUCCION DE AIRE

EN 13452-1	Railway applications - Braking - Mass transit brake systems - Part 1: Performance requirements;
EN 13452-2	Railway applications - Braking - Mass transit brake systems - Part 2: methods of test
EN 15595	Aplicaciones ferroviarias – Frenado - Protección contra el deslizamiento de la rueda.
EN 50121	Railway Application – Electro-Magnetic Compatibility – Rolling Stock
EN 50155	Railway applications - electronic equipment used on rolling stock
IEC 60077-1/2	Railway applications. Electric equipment for rolling stock.
IEC 60349-2	Electric traction - rotating electrical machines for rail and road vehicles - part 2: electronic convertor-fed alternating current motors
IEC 61133	Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service
IEC 61373	Railway applications - rolling stock equipment - shock and vibration tests
ISO 1217	Displacement compressors - acceptance tests
ISO 8573-1	Compressed air. Contaminants and purity classes

2.20. SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DEL TREN

EN 50155	Railway applications - Electronic equipment used on Rolling Stock
EN 50121	Railway applications – Electromagnetic compatibility.
IEC 61373	Requirements for Vibration and Shock Testing of Equipment for Railway Cars
IEC 61375-1	Electric railway equipment - Train bus - Part 1: Train Communication Network
IEC 61131-3	Programmable controllers
IEC 60571	Electronic equipment used on rail vehicles
EN50121-3-2	Electromagnetic Compatibility
IEC 60068 & IEC 60721	Dust and sand test & Mould growth tests
NFF 16101	Fire and Smoke
EN 50128	Aplicaciones ferroviarias - Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento - Software para sistemas de control y protección de ferrocarril

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 24 DE 168

2.21. SISTEMA DE COMUNICACION EMBARCADO

EN 50155	Railway applications - Electronic equipment used on Rolling Stock
EN 50121	Railway applications – Electromagnetic compatibility.
IEC 61373	Requirements for Vibration and Shock Testing of Equipment for Railway Cars
IEC 61375-1	Electric railway equipment - Train bus - Part 1: Train Communication Network
EN 50128	Aplicaciones ferroviarias - Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento - Software para sistemas de control y protección de ferrocarril
IEEE 802.3x	Estándar basado en red Ethernet LANs.
RFC0768	Protocolo de datagramas de usuario (UDP).
RFC0791	Protocolo de Internet (IP).
RFC0793	Protocolo de control de transmisión (TCP).
RFC1157	Protocolo Simple de Administración de Red (SNMP).
RFC1035	Protocolo de sincronización horaria de red (NTPv3).
EN 50132-7	Sistemas de alarma – Sistemas de vigilancia CCTV para uso en aplicaciones de seguridad – Parte 7: Guía de aplicación.
IEC 61131-1	Controladores Programables - Parte 1: Información general
IEC 61131-2	Controladores Programables - Parte 2: Requerimientos de Equipo y Pruebas
IEC 61131-3	Controladores Programables - Parte 3: Lenguajes de programación
IEC 61131-4	Controladores Programables - Parte 4: Pautas para el usuario.
IEC 61131-5	Controladores Programables - Parte 5: Comunicaciones



TITULO:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

HOJA: 25 DE 168

3. OBJETIVOS Y ALCANCES DE LAS ESPECIFICACIONES.

Este documento: "Especificaciones Técnicas y Funcionales para la Adquisición, Suministro y Puesta en Servicio de Trenes, de Rodadura Neumática y Equipados con Pilotaje Automático CBTC Embarcado, para la Línea 1 del Metro de la Ciudad de México", será referido en adelante como "**LAS ESPECIFICACIONES**".

Su objetivo es establecer las condiciones de carácter general, así como las especificaciones técnicas y funcionales para la fabricación, pruebas y suministro de un lote de trenes de rodadura neumática que serán suministrados para circular en la Línea 1 de la *Red del Sistema de Transporte Colectivo (STC)*.

Incluye la definición de las características del tren como conjunto, los coches que lo conforman y sus órganos, interfaces con otros sistemas (CBTC y Comunicaciones), instalaciones, de las obligaciones de "**EL LICITANTE GANADOR**", del desarrollo y aprobación del proyecto, así como las condiciones de supervisión, la capacitación del personal y la transferencia tecnológica a "**EL STC**", actividades de mantenimiento durante el periodo establecido en el contrato, bancos de prueba, así como la evaluación de la calidad del servicio de los trenes (fiabilidad y disponibilidad y nivel de afectaciones al servicio).

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá incluir en su oferta toda la información solicitada y, adicionalmente, la que considere necesaria para demostrar el cumplimiento de "**LAS ESPECIFICACIONES**", de acuerdo con su experiencia en la fabricación de trenes eléctricos para el servicio de transporte masivo de pasajeros y en el conocimiento de los requerimientos del servicio del Metro de la Ciudad de México.

Se requerirá que, en la solución técnica, se presenten los documentos de respaldo que se soliciten y los que adicionalmente considere conveniente "**EL LICITANTE GANADOR**", siguiendo el orden de "**LAS ESPECIFICACIONES**".

Las respuestas y condiciones a este pliego de especificaciones que hayan sido propuestas por "**EL LICITANTE GANADOR**", así como los acuerdos que se deriven de las juntas de aclaraciones, serán incorporadas en las cláusulas contractuales que se formalicen con "**EL LICITANTE GANADOR**".

"**EL LICITANTE GANADOR**" en su solución técnica deberá dar respuesta amplia y justificada a todos y cada uno de los requerimientos contenidos en estas especificaciones, deberá suministrar suficiente respaldo técnico que la valide en su cumplimiento.

Las soluciones técnicas deberán satisfacer todos los requerimientos establecidos en estas especificaciones, dado que las mismas formarán parte del contrato que se establezca con "**EL LICITANTE GANADOR**".

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá contemplar en su solución técnica la utilización de sistemas y equipos ferroviarios de tecnología actualizada, asimismo, deberá entregar los cálculos, pruebas, simulaciones y toda la información que demuestre el cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionales solicitadas por "**EL STC**".

Los sistemas propuestos deberán ser de calidad y fiabilidad comprobada en otras redes de transporte de pasajeros tipo metro, para lo cual "**EL LICITANTE GANADOR**" deberá presentar toda la documentación que así lo demuestre.

Para las precisiones o dudas que no estén previstas en "**LAS ESPECIFICACIONES**", "**EL LICITANTE GANADOR**" podrá consultar por escrito a "**EL STC**", en las juntas de aclaraciones.

Es importante señalar que "**LAS ESPECIFICACIONES**" no son limitativas y "**EL LICITANTE GANADOR**" podrá proponer mejoras, adicionales a los sistemas y equipos, siempre bajo la consideración que se cumpla con lo requerido.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 26 DE 168

4. CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS PARA EL SUMINISTRO DE LOS TRENES NEUMÁTICOS

4.1. GENERALIDADES

Los trenes que se diseñen, fabriquen y suministren deberán funcionar satisfactoriamente en el ambiente, condiciones de operación y topográficas descritas en “**LAS ESPECIFICACIONES**”.

Las dimensiones y pesos máximos deberán respetarse estrictamente. “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá proponer trenes y equipos que permitan un desempeño seguro, eficiente, económico y con un alto grado de eficiencia energética.

Los trenes deberán ser concebidos y diseñados para una vida útil mínima de 40 años, bajo las condiciones de servicio establecidas, y ser capaces de operar ya sea en túnel o a la intemperie, en este último caso a nivel de superficie o elevado, bajo las condiciones del medio ambiente que prevalecen en la Ciudad de México, considerando que cubrirán un recorrido aproximado de 150,000 kilómetros por tren anualmente.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá respetar todas las normas y estándares ferroviarios internacionales aquí citados y pedir el consentimiento de “**EL STC**” en caso de uso de otra norma equivalente. En este caso “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar que la norma o estándar propuesto es al menos equivalente o más exigente que las normas o estándar mencionados.

4.2. CONDICIONES AMBIENTALES

La Ciudad de México se encuentra a una altura media de 2,240 m sobre el nivel del mar y su clima se caracteriza por una temperatura ambiente con variaciones entre -10°C y $+45^{\circ}\text{C}$, con una precipitación pluvial anual promedio de 985 mm, con eventuales tormentas intensas y una humedad relativa de 75 a 90%; además de estar expuesta a niveles altos de contaminación ambiental.

Los trenes deberán ser diseñados y fabricados de tal forma que el ambiente al que estarán expuestos no provoque ninguna perturbación en su funcionamiento, no ocasione avería de los elementos que los constituyen ni su deterioro o destrucción.

Se deberá garantizar la estanqueidad de todos los elementos que lo requieran, en función de las condiciones a las que estarán expuestos, estableciéndose el grado de protección adecuado según normas **IEC** o equivalentes.

Además, los procedimientos aplicables para evitar la corrosión deben corresponder al objetivo de garantizar la vida útil de los coches en un mínimo de 40 años, conforme se indica en el **capítulo "Pintura"**.

Los trenes podrán estacionarse a la intemperie sin protección específica y sin sufrir deterioro en ninguno de sus componentes y equipos.

Es necesario considerar que la experiencia de “**EL STC**” indica que al interior de algunos cofres de los coches operando en la Red, llegan a alcanzar temperaturas de -10°C hasta $+82^{\circ}\text{C}$. Se deberá garantizar a través de un sistema de enfriamiento adicional que no permita rebasar la máxima temperatura que se indica en la siguiente tabla.

La gama de temperaturas de funcionamiento de los equipos del tren debe cumplir con las siguientes condiciones:

Temperatura externa	Temperatura en el coche	Temperatura en los cofres
$-05^{\circ}\text{C} + 40^{\circ}\text{C}$	$-05^{\circ}\text{C} + 40^{\circ}\text{C}$	$-10^{\circ}\text{C} + 80^{\circ}\text{C}$

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 27 DE 168

El lavado de los coches podrá realizarse con una máquina automática con producto detergente del tipo aniónico con PH de 7 a 9.5 y eventualmente productos con base solvente que pueden contener componentes clorados, a presión o en forma manual.

4.3. VÍA

La vía está acondicionada especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de ruedas provistas de neumáticos. Esta vía comprende, además de los rieles de una vía férrea clásica:

- Dos pistas metálicas situadas exteriormente a la vía férrea cerca de los rieles y al mismo nivel, sobre las que corren las ruedas neumáticas portadoras.
- Dos barras laterales para el guiado de los coches y para el suministro de energía eléctrica a los trenes, situadas exteriormente a las pistas, sobre las cuales se apoyan los neumáticos de las ruedas de guiado, cuyo eje es vertical, instaladas en los cuatro extremos del bogie.

Las ruedas metálicas que también equipan los ejes, denominadas ruedas de seguridad, no se apoyan sobre los rieles, excepto en el caso de descompresión del neumático respectivo.

El guiado en curvas y aparatos de cambio de vía se realiza por medio del apoyo lateral sobre los rieles de las cejas de las ruedas de seguridad.

Es importante mencionar que las ruedas de seguridad también se utilizan como tambores del freno neumático.

En el **Anexo B1 - “Galibo del túnel de la línea 1 (extractos)”** se presenta, en corte transversal, la disposición y gálibos de los elementos de la vía en donde circularán los trenes materia de esta licitación.

Los aparatos de cambio de vía son de un modelo estándar que permite la circulación de los trenes sobre neumáticos, con una separación nominal entre los rieles de 1,435 mm.

En las zonas de aparato de vía las pistas de rodamiento subsisten, pero las barras de guiado son suprimidas para permitir el paso libre de coches sobre los dos itinerarios.

Las condiciones límites del trazo de las vías son las siguientes:

- Rampas y pendientes de 6.5%, pudiendo alcanzar localmente 8%.
- Curva continúa de 45 m de radio, de un desarrollo superior a la longitud de 2 coches enlazada tangencialmente sin acoplamiento parabólico a los alineamientos rectos adyacentes, comprendiendo éstos por lo menos la longitud de un coche. El radio de curvatura mínimo en vía principal es de 105 m.
- La comunicación de vía principal a vía auxiliar o de acceso a talleres o depósitos se realiza por un aparato de cambio de vía, cuya última curva, en el caso más desfavorable, está seguida de una contra curva.

El peralte en curva de vía de operación, medido sobre la vía férrea puede alcanzar 160 mm, los enlaces en perfil (*curvas verticales*) se efectúan con un enlace cuya inclinación no excede del 0.6%.

No es siempre posible realizar enlaces parabólicos correctos a las entradas y salidas de curva; por lo que es necesario, considerar para la determinación de los esfuerzos máximos a los que son sometidos los coches, el caso límite de enlace directo entre tangentes y curvas.

Los andenes tienen una altura promedio sobre el plano de rodadura de 1,173 mm \pm 5 mm.

Las estaciones tienen tramos de alineación recta y horizontal con una longitud mínima de 150 m de andenes.

La distancia de la nariz del andén al eje de la vía es de 1,310 \pm 10 mm.

Los tramos de vía de los accesos a talleres, están equipados con pistas de rodamiento para los neumáticos portadores, de igual forma que en las vías principales.

Para cada vía, una sola barra guía, ligeramente más separada se mantiene como barra de distribución de energía.

El guiado del tren debe asegurarse por el contacto de las cejas de la rueda de seguridad, sobre la vía férrea.

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 28 DE 168

Las fosas de los talleres de mantenimiento cuentan con vías férreas con separación de 1,435 mm en sobre elevación con relación al nivel general del suelo.

Las ruedas de seguridad ruedan y se guían sobre la vía mientras que las ruedas neumáticas están libres a fin de ser fácilmente revisadas y reemplazadas.

Los talleres cuentan con salidas y extensiones eléctricas de tensión de tracción a fin de alimentar los vehículos, durante las maniobras y el mantenimiento.

Los vehículos estarán dotados de tomas especiales situadas a ambos lados del bastidor de la caja para su alimentación eléctrica a través de troles.

4.4. GÁLIBO

En el **Anexo B4 “Gálíbo Dentro del Cual Deben Quedar Inscritas las Cajas y los Órganos Instalados Bajo Bastidor”** se define el espacio dentro del cual deben quedar alojadas las cajas y los órganos instalados bajo bastidor, en su desarrollo estático y dinámico, además de permitir con facilidad los trabajos de encarrilamiento o intervenciones en la vía en caso necesario.

Igualmente, permite determinar las dimensiones a respetar en las maniobras de tramo recto y en curvas, de manera que se confirmen en todas las circunstancias condiciones satisfactorias de seguridad.

Los gálíbos deberán respetar las normas **UIC** aplicables o equivalentes.

Es responsabilidad de **“EL LICITANTE GANADOR”** tomar en cuenta para el diseño de los trenes, las características del gálíbo.

Dado que la línea 1 del metro tiene más de 50 años, algunas de las cotas originales han variado, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá cerciorarse de las cotas actuales. **“EL LICITANTE GANADOR”** será el único responsable de la correcta y segura inscripción, gálíbo y circulación de los trenes fabricados con base en las condiciones constructivas y electromecánicas de la Línea 1.

En la etapa de revisión de diseño **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá validar que la información detallada respecto a la obra civil y electromecánica es compatible con el seguro desempeño dinámico del Material Rodante propuesto.

4.5. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

La tensión nominal de la corriente distribuida en la Línea es de 750 VCD, dependiendo de las condiciones de carga de la Línea o imprevistas, esta tensión puede elevarse a 900 VCD, descender aproximadamente a 500 VCD y pasar bruscamente de uno de estos valores al otro.

Para los cálculos de comportamiento, la tensión eléctrica media deberá ser considerada de 720 VCD para la tracción, y 850 volts máximo para el frenado eléctrico regenerativo.

Deberá considerarse la aparición aleatoria de sobretensiones transitorias en la línea de suministro, que son comunes en los sistemas de tracción eléctrica, desde 1000 VCD hasta 5000 VCD en tiempos súbitos entre 3 a 15 ms.

El suministro de energía eléctrica se efectúa por tercer riel (*barra guía*).

La tensión eléctrica de tracción es distribuida por la barra guía como polo positivo y es captada por escobillas montadas en los bogíes de los coches motriz.

El polo negativo está constituido por los rieles de la vía férrea y los trenes se conectan a ésta a través de escobillas o frotadores negativos, también instalados en los bogíes de todos los coches motriz.

Para las labores de mantenimiento de los trenes en los talleres se deberá prever la alimentación de las motrices lateralmente a partir de la toma de trole, una toma en cada costado por coche motriz, que permitan desplazar a velocidad reducida una motriz o un elemento de tres coches, y la alimentación exclusiva de los equipos auxiliares, ya que estas vías están desprovistas de barra de guiado.

Se debe incluir una Toma Auxiliar de Taller (PAA), en cada uno los coches remolques.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

4.6. INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

Los trenes y sus equipos no deben perturbar o ser perturbados por los campos electromagnéticos producidos o radiados por los diversos sistemas de potencia, información, control o mando instalados en los trenes o existentes en la instalación fija, así como de fuentes externas a las instalaciones de "EL STC".

Se exige el cumplimiento de las series de las normas **EN 50121** y **EN 50238** o equivalentes.

Por lo que **"EL LICITANTE GANADOR"** se obliga a realizar los ensayos que estipulan las normas para comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

En la etapa de revisión de diseños **"EL LICITANTE GANADOR"** deberá presentar a "EL STC", máximo 3 meses antes de la puesta en servicio del tren prototipo los resultados de los estudios que demuestren el cumplimiento de lo aquí solicitado.

En el caso que durante la operación de los trenes se presenten fenómenos de interferencia en los términos aquí estipulados, deberán ser corregidos por **"EL LICITANTE GANADOR"** antes de la puesta en operación comercial del primer tren.

4.7. COMPOSICIÓN DE LOS TRENES

Cada tren estará formado por nueve coches.

Una de las posibles composiciones del tren será con los coches remolque extremos con cabina de conducción, en tanto que los coches en las posiciones intermedias serán sin cabina, pudiendo ser motrices o remolques, de acuerdo a lo siguiente:



Otra podrá ser con los carros motrices extremos con cabina de acuerdo a lo siguiente:



La configuración del tren deberá ser identificada por el sistema de pilotaje automático CBTC.

Dónde:

MC:	Coche motriz con cabina	R:	Coche remolque sin cabina.
N:	Coche motriz sin cabina	RC:	Coche remolque con cabina

La ubicación del equipo CBTC estará definida por **"EL LICITANTE GANADOR"** del Sistema CBTC para la línea 1

El equipo de pilotaje automático será ubicado de forma a optimizar su instalación limitando el cableado y tomando en cuenta que los equipos de captación sobre el bogie sean protegidos contra los objetos en la vía. En la caja, serán instalados de tal forma que sean accesibles y no lejos de los comandos.

Las características de marcha y en particular de arranque y frenado, especificadas en el presente documento, se refieren a la formación de 9 coches (6 carros motrices y 3 carros remolque).

La tasa de motorización deberá garantizar las características de marcha citadas en el presente documento, aún en situaciones degradadas de funcionamiento del sistema de tracción-frenado con dos coches motrices inactivos.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

4.8. DIMENSIONES DE LOS TRENES

“EL LICITANTE GANADOR” deberá diseñar y construir los coches con un peso mínimo; de cualquier manera, éstos no deberán superar la carga máxima de 11.5 toneladas por eje, cuando aún, el más pesado de los coches se encuentre en sobrecarga excepcional, la cual se define posteriormente.

Por ningún motivo “EL LICITANTE GANADOR” permitirá que los factores de desempeño y de seguridad se degraden con el fin de reducir el peso de los vehículos.

La instalación y disposición de los asientos deberá optimizar la capacidad, el confort y el tiempo de entrada y salida de los usuarios.

Las principales dimensiones a considerar para los trenes, se muestran en la siguiente tabla:

Longitud del tren de 9 coches entre caras de enganches frontales:	150.9 metros
Ancho entre paredes exterior:	2.5 metros
Ancho exterior considerando umbrales de puertas:	2.52 metros
Altura máxima por encima de la superficie de rodamiento:	3.60 metros
Altura del piso por encima de la superficie de rodamiento:	1.173 m ± 5 mm
Base rígida de la caja (entre eje de pivotes):	11.0 metros

4.9. DEFINICIÓN DE PESO Y CARGA PARA LOS CÁLCULOS DEL DESEMPEÑO DE LOS TRENES

Para el diseño y desempeño deberán considerarse los siguientes estados de carga:

Peso en vacío	Será el peso de los distintos vehículos sin carga de pasajeros.
AW0 Carga vacía	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los coches (sin pasajero)
AW2 Carga normal	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los coches, más la carga de los pasajeros, <i>(como mínimo 36 pasajeros sentados, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 4 por m²). (1,132 pasajeros)</i>
AW3 Carga nominal	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los coches, más el peso de los pasajeros por cada coche (como mínimo 36 pasajeros sentados, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 6 por m ²) sumando un total de 342,563 Toneladas. (1,544 pasajeros)
AW4 Sobrecarga de afluencia	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los coches, más la carga de los pasajeros, <i>(como mínimo 36 pasajeros sentados, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 8 por m²). (1,956 pasajeros)</i>
AW5 Sobrecarga excepcional	Estará constituida por el peso en vacío de cada uno de los coches, más la carga de los pasajeros, <i>(como mínimo 36 pasajeros sentados, más los pasajeros de pie que resulten a razón de 10 por m²). (2,368 pasajeros)</i>
Mazas de inercia	Las mazas de inercia que considere “EL LICITANTE GANADOR” para la determinación del desempeño del tren, deberán presentarse en forma explícita y plenamente justificadas.

Notas:

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 31 DE 168

- El peso medio de cada uno de los pasajeros deberá considerarse de 70 kg.
- Para el cálculo de las masas por los pasajeros de pie, también se deberá considerar el área de los pasillos de intercirculación entre coches.

“**EL LICITANTE GANADOR**” proporcionará, los datos del peso en vacío de cada tipo de coche, así como en carga nominal y sobrecarga excepcional, considerando un peso medio por pasajero de 70 Kg.

4.10. DESEMPEÑO DE LOS TRENES

Las aceleraciones y frenados requeridos se detallan más adelante y se refieren al desempeño de los trenes con una formación de 9 coches.

La ecuación de referencia para el cálculo de la resistencia al avance será la siguiente:

$$Ra = 0.0025636986 * V^2 - 0.11618493 * V + 9.4182192.$$

4.10.1. Velocidades.

La velocidad límite en recta y a nivel será de 80 km/h \pm 5%.

En curva se tendrá cuidado que la resultante del peso a **AW3** y de la fuerza centrífuga pase por el centro de la vía, con una tolerancia de \pm 10% de la distancia entre ejes de pistas.

4.10.2. Tracción y frenado

Las exigencias de desempeño en tracción y frenado se dan a continuación para un tren de 9 coches con las hipótesis siguientes:

- Tensión nominal de alimentación.
- Vía recta horizontal.
- Pista metálica seca.
- Resistencia al avance: según la ecuación mencionada en el punto 4.10.

El tren con carga normal **AW2** deberá alcanzar 48 km/h en 12.5 segundos máximo y 72 km/h en 30 segundos máximo, los tiempos se miden a partir de que se orden de tracción.

La aceleración máxima en tracción será de 1.4 m/s² con carga a **AW2** y deberá existir la posibilidad de ajustes para la misma, desde 0.8 m/s² hasta 1.4 m/s², con pasos de 0.1 m/s².

El control permitirá una aceleración independiente de la carga a valores inferiores a **AW2**.

El frenado eléctrico regenerativo máximo deberá producir una desaceleración de al menos 1.2 m/s², desde una velocidad de 80 km/h hasta 3 Km/h, con carga normal de **AW2 sin intervención del freno neumático**.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar el cumplimiento de este requerimiento y considerarlo en las simulaciones de desempeño de los trenes.

A una velocidad menor 3 km/h, el frenado eléctrico deberá desaparecer y ser sustituido por el frenado neumático.

Esta sustitución se realizará en forma conjugada, de tal manera que la desaceleración sufra cambios imperceptibles en esta transición.

En todos los casos que se demande una desaceleración mayor que el máximo (1.2 m/s²) que el motor pueda proporcionar, el frenado eléctrico se complementará con frenado neumático.

También, “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar el cumplimiento de los requerimientos siguientes:

- Para los casos en que se comandó una desaceleración inferior a 1.2 m/s² y que, por falla, el frenado eléctrico no sea capaz de suministrarlo, éste será sustituido o complementado por el frenado neumático, con cambio imperceptible en la desaceleración al momento de la sustitución.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 32 DE 168

- En caso de que la línea no se encuentre receptiva, se deberá considerar un sistema de frenado reostático, el cual deberá permitir una desaceleración de 1.2 m/s^2 , con resistencias pequeñas enfriadas por ventilación natural.
- Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la Línea durante el curso de frenado, utilizando al máximo las posibilidades de este modo de frenado e inhibiendo la regeneración en caso de corte de urgencia de la tensión tracción ya sea comandado a través del CBTC, por el accionamiento de algún ruptor de emergencia CUAT o por el PCC.
- El esfuerzo eléctrico de frenado regenerativo debe ser prioritario bajo todas las condiciones de receptividad de la Línea sobre los esfuerzos reostático y neumático.
- El esfuerzo de frenado eléctrico reostático, deberá ser prioritario al esfuerzo del frenado neumático.

En los coches remolque, la gama de frenado requerida será proporcionada por el frenado neumático.

Para los coches remolque se inhibirá el frenado neumático cuando se presente el frenado eléctrico y solamente se aplicará el esfuerzo de frenado equivalente a la media del frenado neumático existente en los coches motrices contiguos.

En cada una de las posiciones de frenado, el tren suministrará las desaceleraciones y el jerk siguientes según el estándar **EN 13452-1**.

- Para el grado de frenado de urgencia FU: 2.0 m/s^2 , en vía recta y plano horizontal para cualquier condición de carga del tren (*su accionamiento será exclusivamente neumático*).
- Para el grado máximo de frenado de servicio: 1.8 m/s^2 , en vía recta y plano horizontal para cualquier condición de carga del tren (*su accionamiento será conjugado; es decir, eléctrico y neumático y en caso de falla del freno eléctrico regenerativo/reostático, solo neumático*).
- Para el grado mínimo de frenado de servicio: 0.3 m/s^2 , en vía recta y plano horizontal para cualquier condición de carga del tren.
- Para las posiciones intermedias, entre el frenado mínimo y el frenado máximo de servicio, aun cuando el control deberá ser continuo, se requiere una variación de desaceleración proporcional al grado de frenado.

El jerk en tracción y en frenado de servicio deberá ser menor a 1.0 m/s^3 .

El valor del frenado de urgencia “garantizado” será equivalente a un frenado de seguridad según la Norma. (Deberá ser definido y acordado con el Proveedor del CBTC)

Se deberá incluir un sistema de corrección automática de la tracción y del frenado en función de la carga del tren para evitar las reacciones dinámicas entre los enganches de los coches.

Para garantizar mejores condiciones de tracción y frenado, en condiciones de baja adherencia, se integrarán en los equipos de tracción-frenado las funciones de antipatinaje y de antideslizamiento.

Se debe aplicar el valor de aceleración que se requiera para evitar o minimizar la aparición del fenómeno de patinaje, y en el frenado eléctrico se debe reducir el par, para permitir la recuperación de la adherencia entre la pista y el neumático cuando haya deslizamiento.

Para el caso en que se presente lluvia en la Línea, se dispondrá de un control automático por medio del pilotaje automático CBTC que ordenará una disminución de la aceleración al equipo de tracción para evitar los *patinajes*.

“**EL LICITANTE GANADOR**” en su solución técnica deberá entregar la documentación técnica donde demuestre el cumplimiento de los requerimientos antes citados y deberá considerarlos en las simulaciones de desempeño de los trenes, motivo de esta especificación.

Para efectos de diseño del Pilotaje CBTC “**EL LICITANTE GANADOR**” entregará la información debidamente sustentada respecto a la desaceleración correspondiente al frenado de urgencia mínimo garantizado.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 33 DE 168

4.10.3. Sistema Antibloqueo

El sistema de antibloqueo de las ruedas está destinado para aprovechar al máximo la adherencia disponible mediante una reducción y restablecimiento controlado de la fuerza de frenado, a fin de evitar que los ejes se bloqueen o se deslicen descontroladamente, con lo que se optimiza la distancia de paro del tren.

El sistema de antibloqueo no deberá alterar las características funcionales de los frenos.

Bajo todas las condiciones de operación (lluvia, nivel de adherencia del neumático portador-pista de rodamiento, carga, etc.) el tren deberá respetar las desaceleraciones establecidas para cada grado de frenado y en particular la establecida para el frenado de urgencia (FU), ya sea este último comandado por sistema CBTC, o por el conductor por medio del manipulador.

- La velocidad de rotación de los ejes se calcula a partir de la información aportada por sensores de velocidad y se controla mediante un sistema automático.

Este equipo transmitirá órdenes a las válvulas del sistema de antibloqueo para reducir o restablecer el esfuerzo de frenado, total o parcialmente.

- El sistema de antibloqueo estará diseñado para minimizar el consumo de aire.
- Este sistema deberá quedar enlazado a la red de la informática embarcada del Material Rodante.
- Los equipos de control del sistema de antibloqueo trabajarán para obtener un control óptimo en función de la carga y su diseño deberá ser tal que no se verá afectada la seguridad de los usuarios, del personal, del tren ni de las instalaciones fijas.
- En caso de falla del sistema de antibloqueo no se deberá ver afectado el sistema de frenado neumático del tren debiéndose obtener los grados comandados, así mismo deberán de señalizarse en la IHM, cualquier anomalía en este sistema, quedando registrado en el sistema informático de señalización y registro.
- Se preverán señalizaciones locales en el cofre del equipo en forma detallada y de manera general en la IHM para indicaciones de avería del equipo, ubicación del coche afectado, la unidad y equipo en falla.
- En caso de que los sistemas de seguridad del tren y/o los del Pilotaje Automático comanden un frenado de urgencia (FU), el sistema de antibloqueo deberá actuar en seguridad para permitir la detención del tren con el mínimo deslizamiento.
- La instalación del sistema de antibloqueo tendrá sus propios circuitos de protección. Los magneto-térmicos serán independientes de los demás circuitos del coche.
- El suministro de energía eléctrica al sistema de antibloqueo se proporcionará cuando se encienda el tren, el valor mínimo de operación será de 35 VCD.
- La unidad neumática de frenado retroalimentará continuamente a la unidad electrónica sobre el estado funcional del sistema neumático de frenado, por medio de transductores que conviertan señales neumáticas en eléctricas y ajusten dichos cambios en los parámetros con alta fiabilidad en su información.
- La unidad electrónica de frenado controlará las electroválvulas por medio de señales eléctricas de acuerdo a la información que recibirá a través de señales de carga de la suspensión neumática, de velocidad de cada uno de los ejes y de las interfaces de gestión con el sistema de control de tracción-frenado, tanto en conducción manual como en Pilotaje Automático.
- Las válvulas de antibloqueo deberán estar ubicadas lo más cerca posible de los cilindros de freno con un adecuado acoplamiento mecánico del freno neumático.

“EL OFERENTE GANADOR” deberá incluir, en la solución técnica, la descripción completa de los equipos propuestos, la cual deberá contener la siguiente información:

- Prestaciones y características técnicas.
- Descripción funcional.
- Criterios de detección de deslizamiento.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 34 DE 168

➤ ~~Referencias de su empleo en otras aplicaciones ferroviarias tipo metro, debidamente documentadas.~~

~~4.10.4.4.10.3.~~ 4.10.4.4.10.3. Freno de Inmovilización y de estacionamiento

Estos tipos de frenado tienen por objetivo hacer imposible el desplazamiento del tren bajo el efecto de la gravedad cuando este último esté detenido.

Se podrá accionar desde la cabina de conducción en forma local, su efecto será aplicado para todo el tren y automáticamente desde el CBTC.

Esta inmovilización debe estar asegurada aún en las condiciones más desfavorables que se presenten en la operación.

Los frenos de inmovilización se deberán aplicar automáticamente en caso de pérdida del suministro de aire comprimido.

El freno de inmovilización deberá garantizar la inmovilización del tren estando este cargado a **AW5 (sobrecarga excepcional)** y en rampas de cuando menos 8%.

La tracción debe ser posible inmediatamente después de haber quitado el freno de inmovilización, a fin de arrancar el tren en una rampa.

El freno de estacionamiento estando el tren cargado a **AW5 (sobrecarga excepcional)** deberá permitir su retención en rampas de cuando menos 8% de manera permanente a pesar de un coche aislado en su freno de estacionamiento.

Cuando este aplicado el freno de estacionamiento se deberá impedir la tracción del tren.

La aplicación de los frenos de inmovilización o de estacionamiento será señalizada en la cabina y transmitida al CBTC: se apagará cuando estos frenos sean desactivados.

~~4.10.5.4.10.4.~~ 4.10.4.4.10.4. Ciclos de Servicio

El programa de servicio de la Red del metro de la Ciudad de México comprende de las 5:00 a las 00:30 horas para días laborables, es decir 19.5 horas de funcionamiento diario.

La velocidad comercial de los trenes deberá ser de 35 km/h.

El kilometraje anual medio a recorrer por cada tren será como mínimo de 150,000 km.

Aunque específicamente los trenes aquí descritos podrán desplazarse sobre cualquier Línea de la Red del metro que cuente con pista de rodadura neumática, solo se considera el perfil de la Línea 1, mismo que se muestra en el **Anexo B2, "Pendientes y radios de curvatura de la Línea 1"**.

Para efectos de diseño, se considerarán los siguientes ciclos y tipos de servicio, con base en los estados de carga de los trenes y la pendiente de la vía:

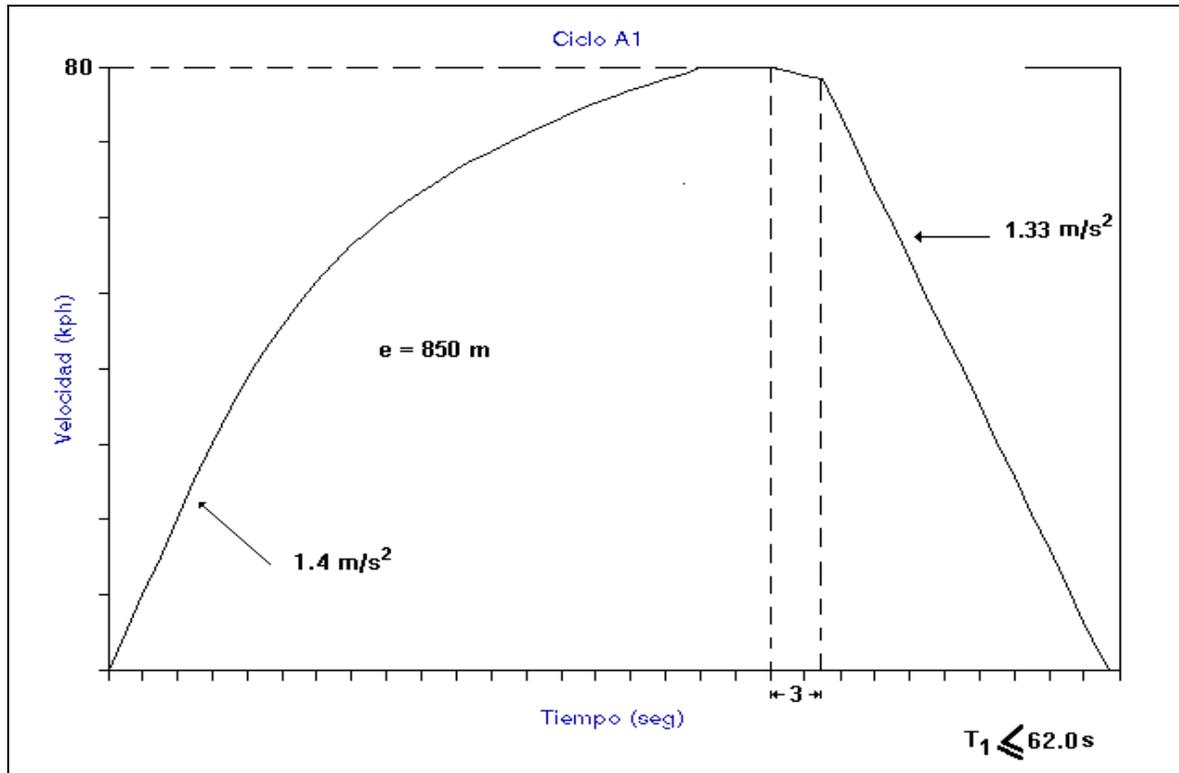
	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 35 DE 168

Para carga (AW2)

Ciclo A1:

Recorrido = 850 m en plano horizontal.	Aceleración Máxima = 1.4 m/s ² .
Velocidad Máxima = 80 km/h.	Velocidad Constante = 80 km/h hasta poner el manipulador en neutro durante 3 segundos.
Marcha en neutro 3 segundos.	Desaceleración de Frenado = 1.33 m/s ² .
Tiempo de recorrido del Ciclo ≤ 62.0 segundos. (Tiempo de estacionamiento no incluido).	Tiempo de estacionamiento = 17.0 segundos.

Ilustración del Ciclo A1



TITULO:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA
ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO
DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON
PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE
LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

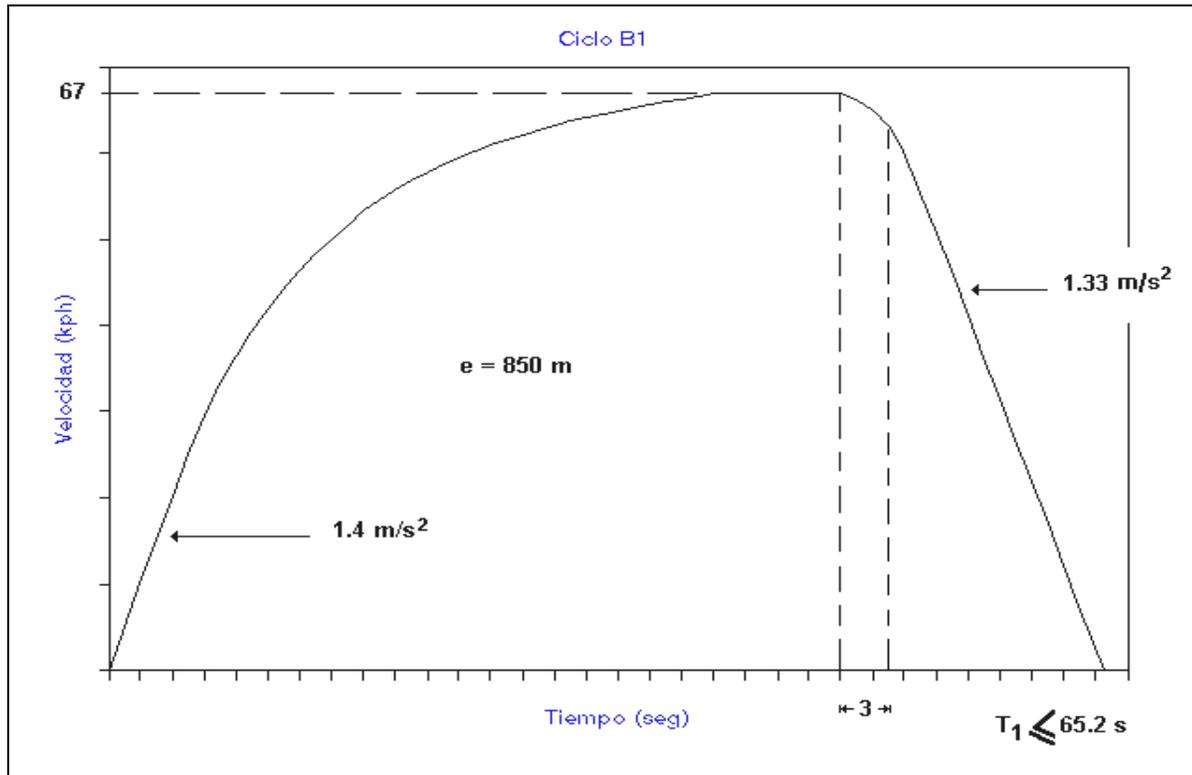
HOJA: 36 DE 168

Para carga (AW2)

Ciclo B1:

Recorrido = 850 m en rampa con pendiente del 3% (arranque en plano horizontal con una distancia de 20 m).	Aceleración Máxima = la obtenida al emplear el esfuerzo máximo de tracción, correspondiente al Ciclo A1 de 1.4 m/s ² .
Velocidad máxima = 67 km/h.	Velocidad Constante = 67 km/h, hasta poner el manipulador en neutro durante 3 segundos.
Marcha en neutro 3 segundos.	Desaceleración de Frenado = 1.33 m/s ² .
Tiempo de recorrido del Ciclo ≤ 65.2 segundos. (Tiempo de estacionamiento no incluido).	Tiempo de estacionamiento = 17.0 segundos.

Ilustración del Ciclo B1



TITULO:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave:

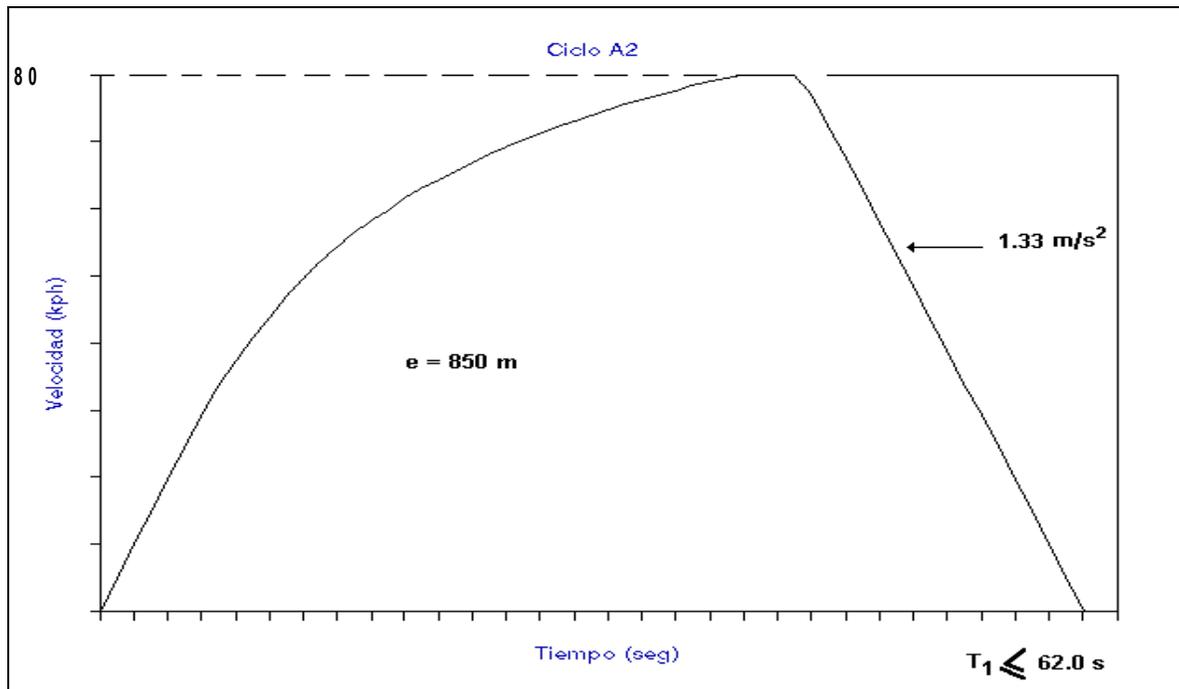
HOJA: 37 DE 168

Para carga (AW3)

Ciclo A2:

Recorrido = 850 m en plano horizontal.	Aceleración Máxima = la obtenida al emplear el esfuerzo máximo de tracción, correspondiente al Ciclo A1.
Velocidad máxima = 80 km/h.	Velocidad Constante = 80 km/h, hasta el inicio del proceso de frenado.
Desaceleración de Frenado = 1.33 m/s^2 . Empleando un esfuerzo eléctrico igual al obtenido en el Ciclo A1, complementándose con frenado mecánico.	Tiempo de recorrido del Ciclo ≤ 62.0 segundos. (Tiempo de estacionamiento no incluido).
Tiempo de estacionamiento = 17.0 segundos.	

Ilustración del Ciclo A2



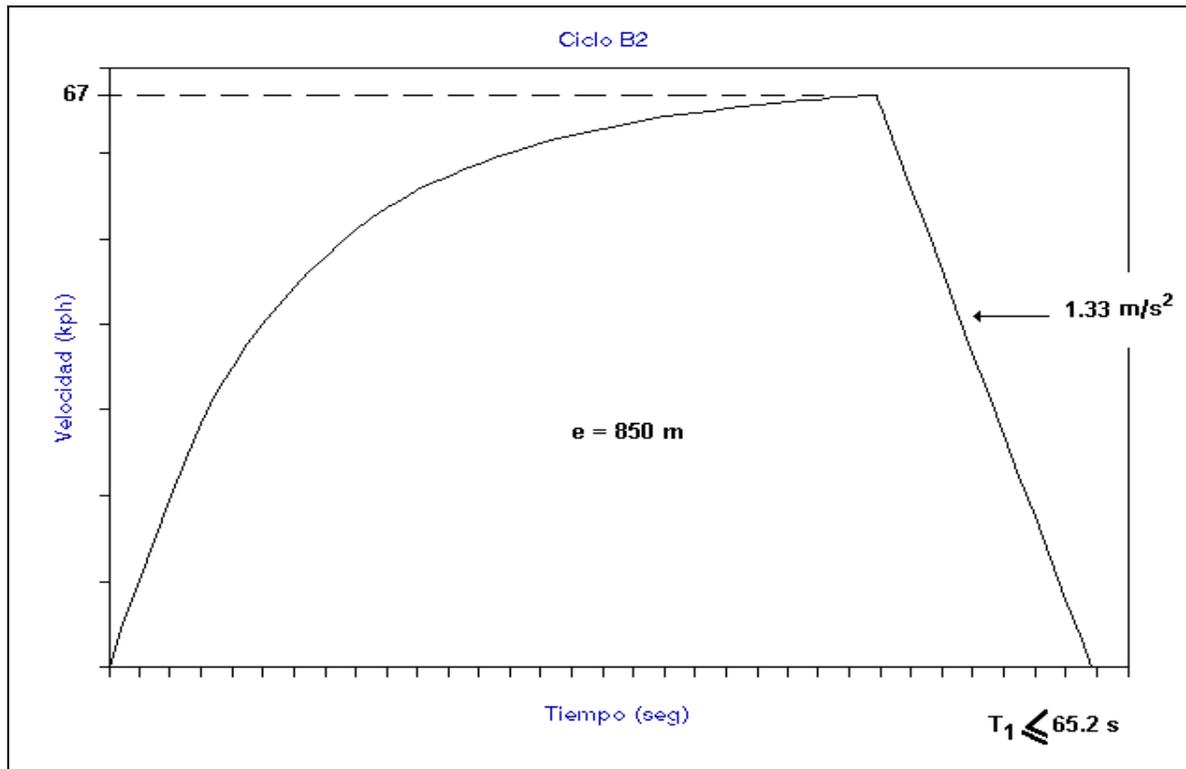
	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

Para carga (AW3)

Ciclo B2:

Recorrido = 850 m en rampa con pendiente del 3% (arranque en plano horizontal con una distancia de 20 m).	Aceleración Máxima = la obtenida al emplear el esfuerzo máximo de tracción, correspondiente al Ciclo A1 que es de 1.4 m/s ² .
Velocidad máxima = 67 km/h.	Velocidad Constante = 67 km/h, hasta el inicio del proceso de frenado.
Desaceleración de Frenado = 1.33 m/s ² . Empleando un esfuerzo de frenado eléctrico regenerativo que permita, conjuntamente con la desaceleración que provoca la componente del peso en la dirección del plano indicado, la desaceleración indicada.	Tiempo de recorrido del Ciclo ≤ 65.2 segundos. (Tiempo de estacionamiento no incluido).
Tiempo de estacionamiento = 17.0 segundos.	

Ilustración del Ciclo B2



4.10.6-4.10.5. Tipos de Servicio

El servicio convencional comprende los servicios continuos y de afluencia. El servicio continuo se define como:

- 10 veces (10 ciclos A1 + 5 ciclos B1 + 10 ciclos A1).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

El servicio de afluencia representa el 40% del servicio total y se define como:

- 8 veces (10 ciclos A2 + 5 ciclos B2 + 10 ciclos A2).

La secuencia de la simulación de los ciclos de carga será de la siguiente manera:

- Continuo-Afluencia-Continuo-Afluencia-Continuo

~~4.10.7.~~4.10.6. Regímenes excepcionales de servicio

Los equipos se dimensionarán de tal forma que puedan prestar el servicio indicado en cada uno de los casos siguientes:

- Con un coche motriz inactivo, en el ciclo B1 con una velocidad mínima de 61 km/h y un tiempo máximo de recorrido de 71 segundos.

Bajo estas condiciones, el tren podrá seguir prestando servicio convencional sin que haya afectaciones a los equipos del sistema de tracción frenado.

- Con dos coches motriz inactivos, en el ciclo B1 con una velocidad mínima de 54 km/h y un tiempo máximo de recorrido de 79 segundos.
- Con dos coches motriz inactivos y con sobrecarga excepcional, deberá remontar una rampa del 8 %.

Bajo estas condiciones, el tren podrá seguir prestando servicio convencional sin que haya afectaciones a los equipos del sistema de tracción frenado.

- Un tren que no pueda reemprender la marcha por sus propios medios, será desalojado y auxiliado por otro tren que, en vacío, se acoplará a él para retirarlo del servicio, ya sea empujándolo o jalándolo.

Las exigencias de tracción deben ser tales que, el tren en vacío pueda empujar a otro tren vacío por la rampa de máxima pendiente con radio de curvatura mínimo.

En caso de aislamiento de freno eléctrico equivalente al de una motriz, las exigencias globales del frenado del tren se conservarán.

4.11. SIMULACIONES, CÁLCULOS Y GRÁFICAS

4.11.1. Simulaciones

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá incluir, en su solución técnica, las simulaciones preliminares para los siguientes casos del inciso a) al inciso f) en archivo informático en medio electrónico.

Asimismo, para los casos marcados con negritas deberá presentarlo también en forma impresa.

Además, deberá presentar un resumen impreso de los resultados de las simulaciones, donde se indiquen las temperaturas máximas de estabilización en función del tiempo de: los devanados de los motores de tracción, inductancias de filtro y de línea, la interna del reductor, equipos electrónicos de potencia y de control.

También se deberá presentar un resumen de la energía generada durante el frenado eléctrico (regenerativo más reostático) y la energía consumida, bajo las diferentes condiciones de operación.

“**EL LICITANTE GANADOR**” entregará las simulaciones cálculos y gráficas, definitivas, durante la etapa de revisión de diseños, en disco compacto, con un software amigable y en documento impreso.

- Cada uno de los ciclos de servicio, que son: A1, B1, A2 y B2.
- Servicio continuo: 10 veces (10 ciclos A1 + 5 ciclos B1 + 10 ciclos A1).
- Servicio de afluencia: 8 veces (10 ciclos A2 + 5 ciclos B2 + 10 ciclos A2).
- Regímenes excepcionales de servicio, esto es:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 40 DE 168

- Ciclo B1, con un coche motriz inactivo.
 - Ciclo B1, con dos coches motrices inactivos.
 - Maniobra de socorro a un tren vacío, por un tren vacío del modelo motivo de esta especificación, en rampa de 6,5% de una longitud de aproximadamente 1300 m, la pendiente podría ser localmente de 8% (zona de 400 m).
- e) Recorrido de la Línea 1, vuelta completa, a las velocidades permitidas por la misma, según los datos consignados en el **Apéndice A "Información Correspondiente al Gálibo, Envoltente Dinámica del Tren, Perfil, Trazo, Marchas Tipo y Características de la Línea 1"** en los siguientes casos:
- Con carga nominal del tren, considerando tiempo de estacionamiento en andén de 17 segundos.
 - Con carga normal del tren, considerando tiempos de estacionamiento en andén de 17 segundos.
- f) Recorrido en Línea 1, vuelta completa, a las velocidades permitidas por la misma, según los datos consignados en el **Apéndice A "Información Correspondiente al Gálibo, Envoltente Dinámica del Tren, Perfil, Trazo, Marchas Tipo y Características de la Línea 1"** para cada uno de los siguientes casos:
- Con un coche motriz inactivo, con carga excepcional del tren, considerando tiempos de estacionamiento en andén de 17 segundos.
 - Con dos coches motrices inactivos, con carga excepcional del tren, considerando tiempos de estacionamiento en andén de 17 segundos.

Las simulaciones antes mencionadas, deberán contemplar e indicar para cada caso, los parámetros básicos considerados, entre los que destacan:

- Pesos considerados, desglosando lo referente a los coches, pasajeros y cargas de inercia.
- Perfil topográfico de la Línea 1 considerado en el **Apéndice A "Información Correspondiente al Gálibo, Envoltente Dinámica del Tren, Perfil, Trazo, Marchas Tipo y Características de la Línea 1"**.
- Esfuerzos involucrados, desglosando los referentes a tracción, frenado, curvatura, pendiente, resistencia al avance, entre otros. Se deben incluir los tiempos de respuesta a los diferentes mandos de tracción y frenado.
- Rendimientos considerados para el equipo de tracción.
- Valores máximos y mínimos de operación de la tensión de línea.
- Condiciones ambientales de temperatura máxima y mínima.

4.11.2. Gráficas

Se deberá describir la metodología utilizada para la realización de las simulaciones.

Los resultados obtenidos que se presenten deberán contener, por lo menos, los siguientes parámetros en gráficas que muestren, en función del tiempo:

- a. La velocidad.
- b. La distancia recorrida.
- c. La aceleración.
- d. Tiempos de recorrido.
- e. La tensión de línea.
- f. La corriente de línea.
- g. La corriente de motor.
- h. La tensión de motor.

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 41 DE 168

- i. La energía consumida.
- j. La energía generada durante el frenado eléctrico (regenerativo más reostático).
- k. Presión neumática de frenado.
- l. El "Jerk" en tracción y frenado.
- m. Las temperaturas de los devanados.
- n. Las temperaturas de las inductancias de filtro y de línea.
- o. Las temperaturas de los equipos electrónicos de potencia y de control.
- p. La temperatura interna del reductor

Los datos correspondientes en forma tabular, específicamente los datos de las simulaciones para los ciclos individuales deberán presentarse segundo a segundo.

Los correspondientes a las simulaciones del servicio continuo, servicio de afluencia y las de los recorridos en la Línea 1 podrán ser presentados cada cinco segundos.

Para la demostración del cumplimiento de las simulaciones como parte de las pruebas tipo, se acordará conjuntamente entre "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR" la programación y protocolos para la ejecución de las pruebas dinámicas del tren, previo a la puesta en servicio del tren prototipo (primer tren).

4.12. NIVEL ACÚSTICO Y VIBRACIONES

El Material Rodante deberá ser concebido para generar el mínimo de vibraciones y de ruido, a efecto de minimizar las afectaciones a los usuarios y al entorno. Esta concepción del Material Rodante permitirá:

- Disminuir, desde su origen, los ruidos y las vibraciones generadas por los órganos principales y auxiliares.
- Limitar, al máximo, las transmisiones de ruido y vibraciones, tanto en el interior como en el exterior de los coches. El diseño y montaje de los equipos bajo bastidor y en el interior de la caja limitará el ruido perceptible en el interior y el exterior de los coches.
- En caso necesario, se preverán revestimientos para el aislamiento fónico. Éstos se fabricarán en materiales conforme a la norma **NF F 16101, categoría A1** (resistencia al fuego y emisión de humos) o equivalente.
- Atenuar, al máximo posible, los ruidos emitidos por las diferentes paredes y partes de la estructura de la caja y, al mismo tiempo, lograr que las frecuencias resonantes estén desacopladas en cualquier punto del rango normal de funcionamiento.
- Los niveles y la medición de ruido deberán estar apegados a las normas: ISO9614-3:2002 y EN ISO 3095 2010

4.12.1. Nivel de Ruido Producido en Campo Libre por un Tren

"EL LICITANTE GANADOR" deberá cumplir con las exigencias de las normas **ISO 3095** en cuanto al nivel de ruido continuo equivalente, medido a 7.5 m del eje de la vía, durante el tiempo de paso de un tren que circula en las condiciones de campo libre, no excederá de los 80 dB, a una velocidad estabilizada de 60 km/h \pm 5%.

Este requerimiento será verificado durante la etapa de pruebas en el primer tren que se fabrique (tren prototipo).

4.12.2. Nivel de Ruido en el Interior de los Coches

"EL LICITANTE GANADOR" deberá cumplir con las exigencias de las normas **ISO 3381** en cuanto al nivel de ruido continuo en el interior del salón de pasajeros, durante el tiempo de paso de un tren que circula en las condiciones de campo libre, no excederá de los 75 dB, a una velocidad estabilizada de 60 km/h \pm 5%.

Este requerimiento será verificado durante la etapa de pruebas en el primer tren que se fabrique (tren prototipo).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 42 DE 168

4.12.3. Vibraciones y Temperatura.

La concepción de los equipamientos, así como la forma de fijarlos, se debe realizar en forma tal que se minimice la transmisión de vibraciones al coche a través de los puntos de unión.

Las uniones entre la estructura y los equipos se concebirán para evitar toda amplificación eventual que conduzca a fenómenos de resonancia.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar en la etapa de revisión de diseños, los documentos preliminares (memoria de cálculo del sistema de suspensión de los coches) que demuestren que la operación de los coches estará dentro del rango del nivel de vibraciones que indican las normas para obtener el máximo confort, asegurando la condición de estar fuera del rango de la frecuencia de resonancia.

Todos los equipos deberán operar sin afectaciones y para ello deberán considerar los valores máximos de amplitud, frecuencia y tiempo, conforme a los criterios y metodología de las normas IEC 60077 y 60322 o equivalentes de aplicación ferroviaria.

La verificación de cumplimiento de estos valores se realizará durante las pruebas tipo.

Se deberán prever puntos de prueba en diferentes zonas de las cajas (carrocería, chasis, cofres laterales, soportería, otros), así como en el bogie y sus componentes para el registro de las vibraciones y temperatura a que están siendo sometidos sus diversos elementos estructurales y componentes que los constituyen. Durante la fase de diseño se definirán las ubicaciones, características, cantidad y forma de registro y descarga de dicha información.

4.12.4. Maniobras para Mantenimiento

Los coches podrán permitir maniobras de levante de cajas y descenso de bogies por los equipos previstos para el taller y podrán ser desplazados por un trasbordador.

Cada coche deberá contar sobre su bastidor con los soportes necesarios que le permitan hacer las maniobras necesarias dentro y fuera de los talleres.

Estos soportes podrán ser utilizados para manipular las cajas por medio de una grúa.

Se preverá el diseño adecuado para este propósito.

“EL LICITANTE GANADOR” incluirá en su oferta técnica un diagrama donde se indique la colocación y tipo de soportes sobre el bastidor de los coches.

El levantamiento de las cajas en los talleres de revisión general, se podrá efectuar mediante cuatro dispositivos de levante que se coloquen en placas de apoyo que, para tal efecto, deberán situarse en los extremos de las traversas principales.

Las operaciones de encarrilamiento, en vías principales o secundarias, se podrán realizar actuando a la vez sobre la caja y los bogies.

Además de las citadas placas para el levante se disponen de 8 placas en los cabeceros para proceder al encarrilamiento del coche, y cuatro puntos de sirga.

La caja deberá contar con placas de apoyo dispuestas en los lugares apropiados para realizar este tipo de operaciones utilizando dispositivos de levante entre otros.

Asimismo, tanto la caja como el bastidor del bogie dispondrán de elementos de fijación que permitan llevar y levantar simultáneamente ambas partes para facilitar estas maniobras de encarrilamiento.

4.12.5. Características del Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento se realizarán considerando los siguientes aspectos de tipos de mantenimiento: Preventivo o Correctivo.

Naturaleza de las intervenciones de mantenimiento:

Limpieza.	Engrase, control de niveles.
-----------	------------------------------

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

Ajuste.	Cambio, sistemático o condicional.
Reparación.	Inspección visual y control de buen funcionamiento.

Tiempo de intervención comprende:

Tiempo de diagnóstico	Tiempo de reemplazo y/o de reparación, según el caso
Tiempo de ajuste.	Tiempo de pruebas de buen funcionamiento.

Medios necesarios para las intervenciones de mantenimiento definidos por:

La cantidad y la calificación del personal.	Las herramientas, equipo y el equipamiento de las instalaciones.
La documentación técnica.	

Lugares de intervención. Las intervenciones de mantenimiento se realizarán en los siguientes lugares:

Fosas de visita.	Taller de Mantenimiento Sistemático
Taller de revisión general.	Taller especializado.
Revisión de los trenes en Línea.	

La concepción del Material Rodante deberá garantizar totalmente la seguridad del personal al efectuar las intervenciones de mantenimiento.

Si a pesar de lo señalado anteriormente se presentaran condiciones inseguras para el personal de mantenimiento, "EL LICITANTE GANADOR" deberá realizar las modificaciones necesarias a todo el lote, a plena satisfacción de "EL STC" en un periodo no mayor a un mes.

En tanto, deberá instrumentar un procedimiento alternativo que minimice los riesgos, el cual deberá ser autorizado previamente por "EL STC".

El periodo de observación de esta condición terminará al concluir la vigencia del contrato.

4.12.6. Tipos de Mantenimiento

4.12.6.1 *Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo es el conjunto de las acciones a efectuar según criterios determinados previamente, para reducir la probabilidad de falla de los trenes.

Estas acciones se efectuarán según un programa establecido en función del tiempo transcurrido, del recorrido efectuado o del estado del material.

En este tipo de mantenimiento es necesario considerar las siguientes modalidades:

- **Mantenimiento Preventivo.** Corresponde a las acciones caracterizadas por una periodicidad determinada, las cuales pueden clasificarse en lo general como: operaciones de limpieza e intervenciones de los trenes, coches o sus componentes, en función del kilometraje recorrido. Este tipo de mantenimiento se clasifica en:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 44 DE 168

- **Mantenimiento Sistemático.** Este tipo de mantenimiento se realizará en ciclos de cuando menos **15,000 km.** En las actividades correspondientes a este tipo de mantenimiento se incluyen los ensayos que deberán realizarse en el tren a su llegada al taller para detectar anomalías eventuales.
- **Mantenimiento Mayor.** Estas intervenciones se realizarán en los coches en ciclos de, **750,000 a 800,000 km.**

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá señalar en su oferta técnica, los órganos y sistemas que estarán sujetos a verificaciones en el periodo comprendido entre dos intervenciones de este tipo de mantenimiento.

- **Mantenimiento condicional.** Son las acciones que serán efectuadas según el estado de los trenes y sus componentes, considerando:
 - Las observaciones efectuadas durante las actividades de mantenimiento sistemático.
 - Controles visuales.
 - Testigos de desgaste.
 - Indicadores de nivel.
 - Registradores y sistemas de autodiagnóstico.
 - Captores y lógica asociada que permitan establecer un pronóstico sobre la duración del órgano supervisado.

“**EI LICITANTE GANADOR**” deberá presentar en la fase de proyecto el estudio detallado, para el mantenimiento sistemático menor y mayor, en los términos establecidos en las Especificaciones Técnicas.

Con base en las anteriores definiciones “**EL LICITANTE GANADOR**” entregará seis meses antes de la entrega del tren prototipo, una relación de todas las operaciones **para el mantenimiento sistemático**, en la que, para cada una de las acciones de mantenimiento, se precisen:

Su naturaleza.	Su frecuencia.
Su tiempo estimado de intervención.	Lugares de intervención, equipos y herramientas.
Recursos humanos estimados.	Refacciones y materiales de consumo estimados.
Procedimientos de trabajo.	Normas de seguridad en la ejecución.

Así mismo, “**EL LICITANTE GANADOR**” entregará tres meses antes de la entrega del tren prototipo, una relación de todas las operaciones **para el mantenimiento mayor**, en la que, para cada una de las acciones de mantenimiento, se precisen:

Su naturaleza.	Su frecuencia.
Su tiempo estimado de intervención.	Lugares de intervención, equipos y herramientas.
Recursos humanos estimados.	Refacciones y materiales de consumo estimados.
Procedimientos de trabajo.	Normas de seguridad en la ejecución.

4.12.6.2 **Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el conjunto de las acciones de reparación, efectuadas para volver a poner los sistemas o los órganos en estado de funcionamiento, después de una falla que haya alterado o suprimido su capacidad para cumplir con la función requerida.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo serán jerarquizadas en niveles de mantenimiento, caracterizados por su naturaleza y los lugares donde se deban efectuar los trabajos correspondientes.

Para las intervenciones de mantenimiento correctivo, se considera solamente los tres primeros niveles del estándar **EN 13306** en esta especificación:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 45 DE 168

- **Primer nivel.** Tiene por objetivo, en un tren, localizar y corregir la falla y sí es el caso la sustitución del equipo defectuoso (aparato, cajón, bloque o módulo) y asegurar su cambio, para que el tren esté disponible.
- **Segundo nivel.** Con el equipo desmontado por las intervenciones de primer nivel, se localizará el componente defectuoso (subconjunto o tarjeta) y se reemplazará.
- **Tercer nivel.** Tiene por objeto reparar a nivel de componentes los subconjuntos o tarjetas desmontados en las intervenciones de primer y/o segundo nivel, empleando bancos de prueba y herramientas especiales.

El primer nivel de mantenimiento podrá realizarse en vías de servicio, fosas de visita o en el taller de mantenimiento, excepcionalmente en vías secundarias y en vías de servicio.

El segundo y el tercer nivel se podrán efectuar en un taller de mantenimiento, centralizado o no, según el equipo de que se trate.

Con base en la jerarquización de los tres niveles de mantenimiento correctivo, **“EL LICITANTE GANADOR”** incluirá, en su oferta técnica, la relación de las operaciones de mantenimiento correctivo que pudieran requerirse en todos los sistemas que forman el tren, precisando:

- Tiempo de intervención (**MTTR**). Se define como la suma del tiempo de diagnóstico más el tiempo de reemplazo de la unidad desmontable de primer nivel, más el tiempo de verificación, excluyendo los tiempos requeridos para acciones administrativas.
- Nivel de localización del defecto (sistema, conjunto, subconjunto, elemento funcional o componente) y las acciones para su reparación.
- Descripción del sistema de detección de los defectos por señalización, por medida o por programa, según sea el caso.
- Listados de los dispositivos de ajuste, indicando sus funciones y su localización.
- Medios necesarios para efectuar el mantenimiento (herramientas, equipo de prueba, bancos de prueba, inventarios de conjuntos, subconjuntos y componentes, manuales y documentación técnica de los equipos).
- Recursos humanos estimados para efectuar el mantenimiento (calificación y cantidad de personal).

“EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar, un mes antes de la puesta en servicio del primer tren, el estudio detallado referente al mantenimiento.

4.13. SEGURIDAD

Todos los coches y sus componentes deberán ser diseñados y contruidos de manera tal que una falla de cualquier naturaleza no se traduzca en incidentes que puedan ocasionar la muerte o lesiones de personas y, por extensión, que ocasione una destrucción parcial o total de los equipos o de las instalaciones de **"EL STC"**.

El Diseño, fabricación y control de calidad de los trenes, así como las acciones de mantenimiento y garantía deberán prever controles que aseguren altos niveles de seguridad.

En caso de que se detecte durante la operación o durante las revisiones, una avería y/o una evidencia que ponga en riesgo o afecte la seguridad en la operación; de los trenes **"EL LICITANTE GANADOR"** deberá presentar de inmediato a **"EL S.T.C."** las causas de la falla y asumiendo su responsabilidad tomará las medidas correctivas de inmediato, las cuales según el caso, puedan implicar mejoras en el diseño de los equipos que pongan en riesgo la seguridad y aplicarlas a todo el lote de trenes en servicio. Así mismo **"EL LICITANTE GANADOR"** se obliga a reparar los daños causados a personas, trenes instalaciones equipos y las afectaciones al servicio que llegaran a presentarse a causa de este tipo de avería.

No serán consideradas como averías o causas imputables al **"LICITANTE GANADOR"** aquellas que sean originadas por vandalismo, inadecuada operación del equipo o agentes externos.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 46 DE 168

4.13.1. Clasificación de la Gravedad de los Acontecimientos

Los acontecimientos se clasifican según la gravedad de las consecuencias y se definen cuatro clases:

- Acontecimientos con consecuencias catastróficas.

Se producen una o varias pérdidas de vidas humanas, heridas o afectaciones graves a la salud de varias personas que a su vez, ocasionan una lesión grave o incapacidad permanente y/o se producen daños graves al tren o a su entorno. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas colectivamente.

- Acontecimientos con consecuencias críticas.

Se produce una herida o una afectación a la salud de una persona que le ocasiona una lesión grave o incapacidad permanente. No implica la pérdida de vidas humanas. En este tipo de acontecimientos las personas están expuestas individualmente. Entran igualmente los acontecimientos cuyas consecuencias ocasionan un daño notable del tren o de su entorno.

- Acontecimientos con consecuencias significativas.

Hay heridas en las personas que no ocasionan lesiones graves ni incapacidad permanente.

- Acontecimientos con consecuencias menores.

No hay personas heridas ni degradación sensible del nivel de seguridad ni daño notable del tren ni de su entorno.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá realizar y entregar a “**EL STC**” en la etapa de revisión de diseño para su análisis, el estudio de seguridad de los trenes, que considere las definiciones anteriores, así como las condiciones internas y externas del mismo.

4.13.2. Clasificación de los Equipos

En la medida en que avance el estudio de seguridad, cada equipo será objeto de una clasificación según la gravedad de las consecuencias ocasionadas por una avería cualquiera en la que pueda estar implicado.

Por lo tanto, esta clasificación de los equipos debe tomar en cuenta combinaciones de averías de equipos diferentes que puedan agravar las consecuencias de una avería aislada.

Las clases son las siguientes:

Clase A:	Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias catastróficas.
Clase B:	Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias críticas.
Clase C:	Equipo en el que, al menos, una avería se traduce en un acontecimiento que tiene consecuencias significativas.

4.13.3. Objetivos Cuantitativos

De forma general los equipos, dispositivos, órganos o software considerados como de seguridad y sus componentes, serán objeto de procedimientos particulares de aprobación y/o de fabricación para demostrar que cumplen con los niveles de seguridad de los estándares **EN 50129** y **EN 61508**.

De forma general, los dispositivos, órganos o software considerados como de seguridad y sus componentes, serán objeto de procedimientos particulares de aprobación y/o de fabricación para demostrar su nivel de seguridad por parte de “**EL LICITANTE GANADOR**”, de forma documental detallada y bajo estándares internacionales.

4.13.4. Análisis Preliminar de los Riesgos

El análisis preliminar de los riesgos tiene por objetivo efectuar la evaluación de los acontecimientos peligrosos y sus causas, lo que permite identificar los equipos del tren potencialmente peligrosos, determinar la gravedad de sus

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

consecuencias y definir las reglas de su concepción y de los procedimientos que permiten eliminar o dominar las situaciones peligrosas y de accidentes potenciales puestos en evidencia de esta forma.

Para la concepción del Material Rodante, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá realizar para el tren en su entorno, mediante un enfoque de sistemas, un estudio de seguridad con base en la norma **MIL STD 882** o equivalente.

Este estudio deberá contener todos los documentos que permitan validar el cumplimiento de lo establecido en la norma antes señalada y en **“LAS ESPECIFICACIONES”**.

La aceptación de este estudio por parte de **“EL STC”**, que deberá efectuarse durante la etapa de revisión de diseño, será condición para que se continúe con las etapas subsecuentes del mismo. Esto, exclusivamente para **“EL LICITANTE GANADOR.”**

“EL LICITANTE GANADOR”, como parte de su oferta técnica, deberá presentar una tabla resumen que contenga: clase de equipo, equipos incluidos y probabilidad de ocurrencia del riesgo, como una parte del estudio de seguridad denominada **“Análisis Preliminar de Riesgos”**.

4.14. NORMAS

Las normas que se aplicarán al estudio, diseño, fabricación, ensayos y mantenimiento de los trenes serán de carácter internacional de aplicación ferroviaria, **“EL LICITANTE GANADOR”** podrá proponer normas equivalentes a las internacionales, aun cuando sean de carácter local, siempre y cuando no involucren equipos que intervienen en la seguridad, las normas y soluciones técnicas deberán ser previamente puestas a consideración de **“EL STC”**, para su validación y aprobación y éstas hayan sido aplicadas con buenos resultados a partes, equipos, sistemas y/o trenes utilizados en alguna red de transporte colectivo ferroviario de pasajeros con una operación comercial mayor a diez años.

4.15. MEDIDAS ANTI-VANDÁLICAS

Al objeto de minimizar los daños debidos al vandalismo y el grafiti se debe incorporar las siguientes medidas en el diseño del vehículo:

- Un vehículo estéticamente atractivo es menos susceptible al vandalismo. El diseño interior propuesto mostrará un vehículo estéticamente agradable sin superficies que inviten al ataque con grafiti.
- Se propondrá un vehículo diáfano, sin **“zonas ocultas”** en las que los ataques de vandalismo pudieran pasar desapercibidos. Los pasillos de intercurrencia son abiertos para promover el carácter diáfano del diseño.
- Se propondrá un sistema CCTV en todos los vehículos y en cabina de conducción. Las cámaras instaladas en salones de pasajeros proporcionan una cobertura completa de todas las áreas con pasajeros del tren. La cámara instalada en cabina proporciona una cobertura del área del conductor (al mínimo).
- Selección apropiada de materiales, acabados y métodos de fijación.
- Las superficies propuestas son fáciles de limpiar con propiedades para la eliminación de grafiti.
- Todos los cristales tendrán película anti-rayado.

En el tren propuesto, **“EL LICITANTE GANADOR”** implantará las medidas adoptadas en sus vehículos expuestos a los mayores índices de vandalismo, como son metros, tranvías y trenes de cercanías, gracias a su experiencia en la realización de proyectos en diversos países en todo el mundo.

Las medidas adoptadas serán las siguientes:

- La ocultación de los puntos de fijación del mobiliario interior constituye también una buena medida disuasoria contra el vandalismo y para mejorar la estética. Se debe alcanzar un equilibrio entre la mantenibilidad y la protección antivandálica y la estética.
- Ocultación de las fijaciones de los componentes. En el caso de elementos extraíbles con fijaciones que no puedan ocultarse se empleará un tornillo antivandálico homologado. Estos tornillos antivandálicos requieren

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 48 DE 168

una llave especial para su manipulación que solo puede ser realizada por personal autorizado. Todos los revestimientos y equipos de tipo modular se podrán extraer fácil y rápidamente por parte de un especialista, pero estarán protegidos contra el vandalismo.

- Los revestimientos y mobiliario soportarán los esfuerzos generados por los pasajeros de acuerdo con la especificación **UIC 566** sin que sufran deformación permanente.
- Los elementos interiores serán altamente resistentes al impacto, la deformación, rasgado, desgarrado y rayado.
- Los asientos propuestos serán rígidos desmontables. Los asientos de los pasajeros no tienen revestimiento.
- La unidad propuesta está equipada con ventanas de vidrios templados. Una ventana rota permitirá el servicio sin desembarque de los pasajeros. La sustitución de una ventana no excederá las **3 horas**.
- Prevención de acceso no autorizado a controles reservados al personal.
- Para ello, los mandos y controles situados en el exterior del tren o en áreas accesibles a los pasajeros se mantienen en un estricto mínimo.
- Estos mandos se sitúan además ocultos por paneles cerrados con el sistema de cerradura que se acuerde con "**EL STC**".
- Podrían emplearse cierres específicos en los revestimientos interiores, como por ejemplo en los módulos de luminarias, a fin de reducir su impacto visual.
- Todos los cables están ocultos y no son accesibles a los pasajeros.
- El conjunto de materiales incluidos en los vehículos estará de acuerdo con la norma **NFF 16101**, para un nivel A1 de vehículo (HL2) en relación con la resistencia al fuego y la emisión de humos (toxicidad y opacidad)
- Todas las superficies acristaladas interiores se protegerán con una película anti-rayado de varias capas para proteger el vidrio contra actos vandálicos.
- Todas las superficies pintadas, interiores y exteriores, recibirán un tratamiento anti-grafiti. Por otra parte, las ventanas y cristales de las puertas dispondrán de una lámina anti-grafiti de varias capas en su lado exterior con las mismas características de la película anti-rayado propuesta para el interior.
- Los revestimientos serán fáciles de limpiar y proporcionarán una resistencia anti vandálico óptima. El diseño minimizará las áreas en las que pueda acumularse el agua, la suciedad etc.

Los accesorios y materiales soportarán la utilización frecuente de varios productos de limpieza sin perder el color ni mostrar un deterioro notorio del aspecto de su superficie.

Todos los materiales y pinturas permiten la limpieza de los trenes sin daños en la pintura con productos de limpieza como son los detergentes alcalinos o ácidos, disolventes, etc.

- Entre estas medidas se halla la fijación de asientos de tipo voladizo.
- Este tipo de fijación evita la acumulación de polvo o suciedad en los soportes del suelo (patas) ya que los asientos se fijan en el lateral. También facilita la limpieza del suelo.
- Por otra parte, el recubrimiento del piso de los coches presenta una disposición de tipo "bañera", lo que significa que los extremos laterales del piso, en su encuentro con los costados, ascienden por los mismos para evitar la penetración de agua en la unión sellada entre el piso y el revestimiento del costado. Para tal efecto el recubrimiento del piso continuará subiendo al menos 5 centímetros en las paredes del coche.
- La seguridad de los pasajeros se asegura evitando bordes agresivos o peligrosos y afilados.
- Se prestará una especial atención a las superficies que puedan estar en contacto con los pasajeros como son los asientos y sus componentes, los pasamanos cerca de las puertas y la consola de conducción.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 49 DE 168

- El diseño del recubrimiento del piso tendrá en cuenta el contacto y fricción provocados por sillas de ruedas, cochecitos de niños, equipaje y bicicletas.

4.16. PROTECCIÓN Y SEGURO CONTRA LOS INCENDIOS, INFLAMABILIDAD Y EMISIÓN DE HUMO

4.16.1. Detección de incendios

Cada coche que conforma la unidad está dotado de detectores de humo los cuales en caso de que se produzca un incendio envían la señal de alarma al IHM del conductor y al IHM de PCC a través de la red del CBTC (el PCC recibirá la alarma y proporcionará el tratamiento adecuado).

Este sistema se instalará según la experiencia en proyectos internacionales anteriores, así como las normas vigentes.

Se instalarán detectores de humo (dentro del coche), para el humo que puedan producirse dentro del compartimento de pasajeros, pero además de estos detectores, se tendrán instalados en los conductos de retorno y de entrada de aire fresco de cada equipo de Ventilación.

En el caso de que se detecte una aspiración de humo en el conducto de aire fresco debido a un incendio en el exterior del tren, automáticamente se cerrarán los pasos de aire fresco, recirculando aire interior sin que ésta esté contaminado por el humo exterior.

Así mismo, se instalarán detectores de humo y fuego para los incendios dentro de los cofres eléctricos de potencia.

Los detectores instalados en el tren serán de última generación y ampliamente utilizados con resultados satisfactorios en unidades ferroviarias actual. Con ello se garantiza el correcto funcionamiento de este equipo.

Debajo del coche, se utilizará un cable con doble conductor cuya envoltura se quema a un cierto grado de temperatura y provoca un cortocircuito. La detección del cortocircuito, así como la rotura del conductor resultará en el envío de la señal de alarma de incendio al conductor y al PCC a través del CBTC. La cobertura de estos detectores deberá cubrir y alertar cualquier conato de incendio en neumáticos.

El sistema, además de los detectores mencionados incluye centrales de control para un correcto diagnóstico y comunicación.

4.16.2. Materiales de acabado

Las precauciones contra incendios aplicables a los trenes se harán en conformidad con la norma **NFF 16101**, para un nivel 2 de vehículo (**HL2**).

Los materiales probados estarán garantizados con métodos de ensayo que respetarán la categoría de vehículos como el nivel de riesgo 2.

Los compuestos y materiales de los cables cumplirán con la normativa europea **EN 50264**, **EN 50382** o **EN 50306**, en función del tipo de cable.

Por consiguiente, se considera que cumplen con los requerimientos de la **NFF 16101**.

Todos los materiales cumplirán los requisitos especificados en la norma **NFF 16101** y serán cuidadosamente seleccionados para que, cuando se calienten, la producción de humo, gases tóxicos y nocivos, se reduzcan al mínimo en la medida de lo posible, con liberación mínima de calor, baja propensión a encenderse, la baja tasa de propagación de las llamas.

En la etapa de diseño se utilizarán pruebas y muestras de pruebas de gran tamaño para demostrar que los grupos de componentes no emitirán humos y gases excesivos.

Debido a la presencia de túnel en las líneas del metro de la Ciudad de México se prestará especial atención a todos los aspectos de protección contra incendios, como selección de materiales, detección de incendios, barreras cortafuegos, etc.

Estas medidas tienen como objeto proteger el interior del vehículo en cuando a fuego y humo, garantizando una evacuación fácil y segura de los pasajeros en caso de incendio o humo en el tren.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 50 DE 168

En caso de elementos interiores inferiores a 1 kg, de peso se requiere para su aprobación la presentación de los siguientes certificados para todos los materiales no metálicos:

- Clasificación de la reacción del fuego
- Análisis químico de los gases emitidos por los materiales, durante la combustión
- Opacidad del humo

Aparte de lo arriba mencionado se requiere considerar aplicar las siguientes medidas de prevención de incendios:

- Aislamiento adecuado de los elementos eléctricos;
- Seccionamiento por medio de divisiones de bloqueo del fuego de todos los volúmenes que contienen equipo eléctrico y el cableado (como el techo) para limitar los riesgos de propagación del fuego;
- El espacio libre entre las divisiones de bloqueo de fuego será hermético
- Seccionamiento de las líneas de iluminación
- Los armarios que contienen equipos eléctricos recibirán un tratamiento especial de seguridad contra incendios, manteniendo la integridad de la barrera cortafuegos del piso.

"EL LICITANTE GANADOR" no utilizará asbestos, pinturas a base de plomo, plomo, espuma de uretano, poliestireno y caucho viton.

Todos los materiales textiles y de tapicería, si los hubiera, se ajustarán a las pruebas de inflamabilidad adecuados definidos en la norma.

Los materiales absorbentes desprotegidos no se utilizarán para fines tales como aislamientos en situaciones donde pueden contaminarse con líquidos inflamables.

4.16.3. Barrera del fuego del suelo

La estructura del piso de la unidad propuesta está diseñada para funcionar como una barrera cortafuegos. El piso del tren tendrá una resistencia al fuego de un mínimo de **30** minutos.

En la etapa de diseño se utilizarán muestras de pruebas de gran tamaño para demostrar que los grupos de componentes no emiten gases excesivos o humo.

4.16.4. Extintor de incendios

Un grupo de extintores de incendios completo con un medidor de presión se instalará en cada uno de los coches. Están montados de forma segura para evitar que vibre y se desprenda de forma accidental durante el servicio de las unidades, pero permitirá un fácil acceso en caso de emergencia.

El agente extintor de incendios será adecuado para la utilización en espacios reducidos y cumplirá con el "Protocolo de Montreal".

Los extintores están cubiertos, aunque son fácilmente identificables, y son accesibles de forma que no es necesario utilizar herramientas especiales y/o herramientas. Después de su uso, la cubierta no sufrirá ningún tipo de deterioro y se podrá utilizar inmediatamente. El extintor se podrá visualizar a través de la cubierta.

Las siguientes indicaciones se han seguido con respecto a los dispositivos de protección contra incendios y la elección de los materiales:

- Numero de extintores: 1 por coche
- Tipo: Agua rociada con manguera
- Tamaño. 6 litros

Soporte del extintor. Conforme con **CEI 61373**.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 51 DE 168

5. ESPECIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS Y COMPONENTES DE LOS TRENES

5.1. BOGIES

5.1.1. Características Generales de los Bogíes

Los bogíes propuestos deberán ser de diseño específico para rodadura neumática.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar documentalmente que él o sus proveedores cuentan con amplia experiencia en el diseño y fabricación de bogíes para trenes de transporte masivo.

Bajo cualquier condición de circulación de los trenes o de su mantenimiento, se garantizará el nivel de seguridad establecido en la especificación, tanto para los usuarios y trabajadores como para los equipos.

Para el sistema del CBTC, se deberán prever espacios para instalar los equipos (captoreadores, etc...) de tal forma que serán accesible para el mantenimiento y suficientemente protegido contra los objetos que se puede encontrar en la vía.

El diseño de los bogíes que se propongan deberá cumplir estrictamente con lo indicado en estas especificaciones técnicas y funcionales.

Como requerimientos de diseño, “**EL LICITANTE GANADOR**” debe considerar los siguientes aspectos:

- La concepción general de los bogíes, asegurarán una adecuada distribución de los componentes y facilitarán las inspecciones y reemplazo de todas las partes.
- Existirán dos tipos de bogíes: remolque y motriz.

Ambos contarán con el equipo de frenado neumático, suspensión primaria y secundaria, unión caja - bogíe, ruedas portadoras, de guiado y de seguridad, así como escobillas de maza, tubería neumática y freno de estacionamiento.

Adicionalmente a lo anterior, en los bogíes motrices se incluirán los motores de tracción, el puente motor equipado con el sistema diferencial, escobillas positivas y negativas o de maza.

- En el primer bogíe del remolque del elemento central, se considerará un eje libre de frenado neumático por cada tren, y la instalación de captoreadores y cableado necesarios para la operación de los equipos de pilotaje automático CBTC y del registrador electrónico de eventos.
- El total será de 1 eje libre de frenado neumático por tren.
- El bogíe delantero de los trenes (o sea 2 bogíes por cada tren) será equipado de una barra quita obstáculos (quita-piedras) con el fin de eliminar de la vía las piedras u objetos que pudiera ser obstáculo. Deberá poder detectar objetos inesperados, incluyendo a las personas, golpes o atropellamiento por el tren. En caso de choque, el freno de urgencia es aplicado por el Material Rodante, una alarma deberá ser memorizada por el CBTC embarcado y ser enviada a la cabina de conducción y al PCC. Esta barra vuelve en su posición original si el obstáculo no queda presente al nivel de la barra (el obstáculo puede quedar debajo del tren...). El dispositivo de detección requerirá rearme de manera remota desde la cabina de conducción del tren.
- En caso de falla persistente del dispositivo, debe ser posible inhibir la alarma y remotamente desde el PCC y en sitio, manualmente, por un operador de “**EL STC**”: el diseño será acordado entre “**EL STC**” y “**EL LICITANTE GANADOR**”.
- El bastidor, travesa y demás componentes del bogíe, estarán eficazmente protegidos contra la corrosión, mediante un proceso de recubrimiento adecuado.
- Los bogíes se diseñarán para obtener una adecuada estabilidad de marcha, con una correcta rodadura e inscripción en vía y un reducido nivel de esfuerzos. Asimismo, garantizará a los usuarios un servicio con niveles de comodidad, de vibración y de ruido, de acuerdo a las normas internacionales **ISO 2631** y **NF S 31028** o equivalentes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

- Los bogíes se diseñarán garantizando su estanqueidad en el interior del bastidor, así como en los componentes del sistema neumático, a fin de evitar la degradación por corrosión y con el mínimo de partes móviles y de elementos sometidos a desgaste; la distribución e instalación de componentes permitirá la verificación, el montaje y el desmontaje de elementos de mantenimiento frecuente, sin necesidad de retirar otros componentes. En este punto, se hace énfasis en el reemplazo de motores de tracción, que se efectuará por la parte inferior sin necesidad de desacoplar la caja.
- La transferencia del par motor, provocado por adherencia reducida o por diferencias de diámetro de las ruedas portadoras entre ejes de un bogíe (*en función de las variaciones de presión, carga, temperatura o desgaste*) no afectará el desempeño del tren ni causará afectaciones a los componentes del bogíe, específicamente a la transmisión (diferencial), motor de tracción, acoplamientos y ruedas portadoras; el mantenimiento o cambio de los órganos se apegará a los lineamientos establecidos en la especificación.

Todos los bogíes motores serán estrictamente idénticos a excepción de las diferencias principales siguientes:

- Cableado escobilla negativa o de maza.
- Captores de velocidad y sus cableados asociados.

Todos los bogíes remolque serán estrictamente idénticos a excepción de las diferencias siguientes:

- Captores y sus cableados asociados.
- Un eje libre por tren: Para el CBTC.

Los bogíes motores y remolques comprenderán el máximo de órganos comunes, en particular:

- Las ruedas portadoras.
- Las ruedas de seguridad.
- Las mazas.
- El bastidor de bogíe, incluyendo los accesorios (soportes de escobillas positivas, bridas de cableados, fijación de bielas de reacción del puente y las predisposiciones para la implantación de los ejes de seguridad, soportes del sistema de captación vía - vehículo).
- Las ruedas de guiado.
- La maza de rueda guía, el brazo de fijación al bastidor y cubierta de protección.
- Los órganos de conexión de los ejes al bastidor.
- Las uniones mecánicas y neumáticas caja - bogíe.
- La suspensión secundaria.
- Los bloques de frenado de servicio, de inmovilización y de estacionamiento.
- Las escobillas de maza o negativas.
- La suspensión primaria.

La suspensión secundaria será neumática, la suspensión primaria será de caucho - metal y la unión mecánica caja - bogíe de corona de rodillos.

5.1.2. Criterios de Dimensionamiento

Las cargas que se deberán tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas en el punto correspondiente. Las pruebas estáticas y dinámicas se realizarán conforme a la Norma UIC 515 o equivalente, durante la fase del proyecto.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 53 DE 168

5.1.3. Esfuerzos Máximos Admisibles

Los cálculos de la estructura de bogie se efectuarán por el método de elementos finitos bajo dos hipótesis básicas de cargas a aplicar:

- Para condiciones excepcionales, como es el caso de impactos longitudinales o transversales accidentales, la estructura no debe presentar deformaciones permanentes, apegándose a las cargas definidas en el **capítulo "Definición de Peso y Carga para los Cálculos de Desempeño del Tren"**.
- Para condiciones de servicio repetitivas que fatigan el material.

Para la situación indicada en primer lugar, la tensión de comparación corresponde al límite elástico del material utilizado.

Para la situación de trabajo a fatiga, que es la más habitual, las tensiones de la estructura resultantes de las diferentes combinaciones de carga se compararán con el límite a fatiga del material, de acuerdo con el diagrama de Goodman o de seguridad del acero en cuestión, teniendo en cuenta la alternancia de las cargas y los efectos de reducción del límite de fatiga por efectos de la soldadura.

El diagrama que se utilizará será el de seguridad que figura en el documento **ORE B12 Reporte 17** o equivalente, correspondiente a la calidad de acero, que es de aplicación para estructuras soldadas ferroviarias, en el que se tienen en cuenta tanto la influencia de las soldaduras sobre los límites admisibles, como un coeficiente de seguridad del 50%.

Para calcular el valor medio de la tensión, así como de su alternancia, se tomarán los resultados de la aplicación de las cargas verticales y transversales en condiciones de carga normal, con los criterios establecidos en la Norma **UIC 515** u equivalente, tomando para el cálculo de las cargas los coeficientes de $\alpha = 0.15$ y $\beta = 0.35$.

5.1.4. Bastidor del Bogie

El bastidor del bogie será de un diseño que soporte sin deterioro las condiciones de operación y cargas previstas en la presente especificación, debiéndose prestar especial atención a los puntos donde se transmiten los mayores esfuerzos generados por la carga, el guiado y las fuerzas de arranque y frenado de los coches, a fin de evitar fallas por fatiga.

Después de acabados los ensambles y antes de la ejecución de los maquinados, el bastidor será sometido a un tratamiento de relevado de esfuerzos, ejecutado conforme a las normas **AWS** o equivalente.

Las perforaciones directas en las paredes del bastidor y de otras piezas de resistencia estarán prohibidas.

La geometría del bastidor asegurará un reparto racional de los esfuerzos, en particular en los puntos de unión entre piezas. Se evitarán cambios bruscos de sección que puedan ser origen de concentración de esfuerzos.

Las uniones soldadas y de los cartabones de refuerzo deberán tener una disposición racional; así mismo se cuidará que el diseño de los elementos pasantes de la estructura del bogie no afecte la resistencia estructural del bastidor.

El bastidor dispondrá en los extremos de los largueros de elementos de amarre para realizar el transporte del bogie en los talleres por medio de un tractor o cabrestante y puntos de apoyo, localizados a fin de evitar deformaciones a la estructura y facilitar el levantamiento del coche durante las labores de mantenimiento.

Antes de la fase de fabricación, se definirán los parámetros correspondientes a cada una de las soldaduras, debiéndose efectuar probetas de las principales uniones del bogie, a fin de calificar el procedimiento de soldadura mediante ensayos mecánicos y metalúrgicos.

Estas probetas se repetirán a requerimiento de la supervisión de la fabricación de trenes en el transcurso de la misma, como comprobación de la uniformidad del proceso en la fase de ejecución.

Sobre el primer bastidor de bogie que se fabrique, se realizarán ensayos extenso-métricos para verificar los esfuerzos de trabajo correspondientes a las diferentes hipótesis de carga, así como ensayos de fatiga para comprobar su desempeño, previa autorización del protocolo de prueba por parte de "EL STC".

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 54 DE 168

5.1.5. Puente Motor y Portador

El puente motor se diseñará para realizar las funciones de sustentación de las cargas, transmisión de los pares de tracción y frenado, así como el guiado del tren en condiciones particulares del trazo de vía en zonas desprovistas de barra guía.

Lo anterior se debe cumplir para el puente portador a excepción de la transmisión de los pares de tracción y frenado.

Los puentes deben ser dimensionados para una velocidad del tren de **80 km/h** y la temperatura máxima de servicio no deberá ser superior a **110 °C**.

Los estándares **NF EN 1559** y **UIC 840.2** serán aplicados para la fabricación de los puentes.

5.1.6. Diferencial

El diferencial estará formado esencialmente por un cárter central, un reductor de engranes con sistema diferencial y dispondrá de los elementos de sujeción al bastidor del bogie mediante soportes elásticos.

El conjunto diferencial será concebido para soportar las exigencias de desempeño, propias de aplicaciones ferroviarias y será de funcionamiento silencioso, por lo que se tomarán las precauciones necesarias en el diseño.

Asimismo, se garantizará una vida superior a los **3,600,000 km** a excepción de los rodamientos, respaldando lo anterior con un cálculo de fatiga en función de las condiciones de operación.

El diferencial tendrá las etapas de reducción necesarias para asegurar el desempeño del tren en el rango de velocidades especificadas.

Los rodamientos deberán garantizar una vida útil superior a **800,000 km**.

Se debe garantizar que no habrá paso de corriente por los rodamientos.

La verificación del nivel de aceite se efectuará fácilmente de manera visual, y el relleno o cambio de una manera simple y confiable durante las labores de mantenimiento.

Para evitar fugas de aceite los retenes garantizarán una vida útil de al menos **800,000 km** sin provocar daños en sus asientos.

En ningún caso se aceptará que los cambios de aceite se efectúen antes de **350,000 km**.

El puente diferencial que se proponga estará concebido con la mayor cantidad de elementos unificados y normalizados, ampliamente probados en el ramo ferroviario con el fin de garantizar el desempeño requerido, además se someterá a un ensayo tipo en banco, simulando las condiciones de servicio de estos equipos. Incluyendo los efectos en el diferencial debidos a sobrecarga por transferencia del par motor (descarga del eje, patinaje y diferencia en diámetros de las ruedas y corto circuito asimétrico del sistema de tracción-frenado). Se requiere que los componentes del puente motor contengan un número de serie que permita su trazabilidad.

El protocolo correspondiente estará sujeto a la aprobación por "EL STC".

5.1.7. Mazas de Rueda Portadora

Las mazas de rueda portadora garantizarán una vida útil de **3,600,000 km**, a excepción de los rodamientos, para lograrlo se diseñarán con materiales, geometría y procesos tecnológicos que eviten concentraciones de esfuerzos, con el objeto de incrementar su resistencia a la fatiga.

Las mazas deberán ser lubricadas con grasa y tendrán un sistema de juntas de estanqueidad que garantice un funcionamiento libre de fugas durante un período de al menos **800,000 km**.

Por tratarse de una pieza de seguridad, durante la fabricación de las mazas se llevarán a cabo todos los controles para piezas de fundición indicados en la especificación **UIC 840** o equivalente.

Durante la etapa del proyecto "EL LICITANTE GANADOR" presentará el estudio definitivo correspondiente al análisis por elementos finitos de las mazas de rueda portadora y el análisis de protección de los rodamientos de maza por el paso de corriente eléctrica.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 55 DE 168

“**EL LICITANTE GANADOR**” realizará las pruebas prototipo, considerando las condiciones de operación indicadas en la especificación.

La tornillería para sujetar las ruedas portadoras y las ruedas de seguridad a las mazas se someterá durante la fase de proyecto a la aprobación de “**EL STC**”.

Específicamente esta tornillería deberá ser de alta resistencia, acero aleado, forjado, tratado y con cuerda rolada laminada después del temple y revenido, esta condición, de realizar el tratamiento térmico antes de rolar la cuerda es con el fin de no afectar las propiedades obtenidas por la deformación en frío del material.

Se exige que los componentes contengan un número de serie que permita su trazabilidad.

5.1.8. Rueda Portadora

La rodadura de los coches se realizará sobre neumáticos Tipo Metro, diseñados para soportar las condiciones de servicio del Metro de la Ciudad de México y su vida útil deberá ser superior a los 250,000 km.

En su fabricación deberán utilizarse cuerdas textiles (no metálicas).

La sujeción de la rueda a la maza deberá ser establecida de tal manera que no se demerite con la operación.

Como referencia, “**EL STC**” utiliza neumáticos Michelin No. **345/85R16 XPMA TL** de cuerdas textiles.

“**EL STC**” proveerá las presiones de referencia de la Línea 1 al fabricante de la rueda portadora.

La selección final del neumático para cumplir con los requerimientos de “**LAS ESPECIFICACIONES**”, es responsabilidad de “**EL LICITANTE GANADOR**”.

Se dispondrá de una tapa de material aislante auto extingible que protegerá el rin de la rueda de incidentes de orden eléctrico, la cual se montará a presión; además, se garantizará que éstas no se puedan desprender con el movimiento del tren en operación.

Cada rueda portadora deberá de estar prevista de un sistema que permita visualizar una serie de datos tales como Matricula, tren, carro, posición, fecha de montaje, Presión del Neumático, entre otros, dicha información será visible mediante un sistema de comunicación acoplado a la electrónica embarcada del tren.

5.1.9. Rueda de Seguridad

La rueda de seguridad instalada como tambor de freno neumático y para sustituir al neumático portador en caso de ponchadura y guiar al bogie durante el paso por los aparatos de vía, será del tipo monoblock, similar a las de uso ferroviario, diferenciándose por presentar una ceja de gran dimensión.

Deberá ser del tipo **ER7** según la Norma **EN 13262**, con control del contenido máximo de carbono a fin de mejorar su resistencia al desarrollo de fisuras térmicas.

Las zapatas de freno serán adaptadas a los criterios de dureza de la rueda.

Debido a su geometría diferente a las ruedas tradicionales de tipo férreo, deberán tomarse las precauciones necesarias durante el proceso de fabricación, para garantizar el gradiente de dureza y características mecánicas especificadas para el velo y la banda de rodadura.

Considerando que la superficie de rodamiento será utilizada como tambor de freno, la pista de rodamiento deberá tomar en cuenta el efecto de disipación de energía, garantizando una elevada resistencia al desgaste y un período de servicio superior a **1,000,000 km**.

Cada rueda incluirá el número de serie correspondiente.

Se deberán prever las verificaciones de centrado y balanceo de la rueda, a fin de no transmitir vibraciones al bogie en la gama de velocidades de servicio.

La sujeción de la rueda a la maza será de tal manera que no se afecte con la operación.

“**EL STC**” proveerá a “**EL LICITANTE GANADOR**” la altura, la anchura de la ceja, los valores de los diámetros de la rueda nueva o usada.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

La fabricación de las ruedas deberá respetar los criterios de las exigencias del estándar **EN 13262**.

Al inicio de la producción de las ruedas, se llevarán a cabo las verificaciones y pruebas para la certificación por parte de "**EL STC**" del proceso de fabricación.

5.1.10. Ruedas de Guiado

El guiado del bogie será asegurado por medio de 4 neumáticos, los cuales asientan sobre las barras guía en forma horizontal.

Los neumáticos estarán dispuestos en los extremos del bogie mediante mazas equipadas con rodamientos cónicos.

La vida útil de este neumático será de un mínimo de **450,000 km**.

Con el fin de asegurar la operación sobre los tramos superficiales, las ruedas de guiado serán protegidas de la lluvia y el escurrimiento mediante una cubierta de material plástico con características ignífugas que eviten todo riesgo de arco eléctrico entre los rieles conductores y el rin de la rueda.

"**EL STC**" proveerá a "**EL LICITANTE GANADOR**", para el tren y para los neumáticos, las referencias actuales (valores de presión de los tipos de ruedas incluido su adaptación a las barras guía de la red del metro de la Ciudad de México).

5.1.11. Montaje del motor de Tracción

En el capítulo "**Motores de Tracción**", se describen las características eléctricas relativas al motor.

El sistema de unión al bogie evitará la transmisión de vibraciones al coche y se dispondrá de los elementos necesarios de seguridad, para que, en caso de rotura de los sujetadores, se impida que el motor caiga a la vía.

La disposición de los motores en el bogie, será tal que permita realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento con todos los elementos del bogie montados accediendo desde la fosa.

El montaje y desmontaje de los motores se efectuará por abajo del tren y sin necesidad de retirar el bogie del coche.

5.1.12. Acoplamiento Motor - Diferencial

Este elemento estará situado en la cadena cinemática entre el motor y el diferencial y estará diseñado para transmitir la potencia de tracción y frenado, absorber los desalineamientos y desplazamientos relativos entre los ejes del motor y el diferencial.

El acoplamiento asegurará un funcionamiento sin deterioro, bajo los esfuerzos y temperaturas máximas de operación. Será un sistema que no transmita vibraciones y de nulo mantenimiento, estando equilibrado dinámicamente.

La vida útil de los elementos elásticos del acoplamiento motor - diferencial será de un mínimo de **800,000 km**.

5.1.13. Puente Portador

El eje portador deriva directamente del eje motor descrito anteriormente prescindiendo de los elementos de transmisión; el puente portador de los bogies remolques estará constituido de un cuerpo central monoblock de acero fundido provisto de los elementos necesarios para el montaje de los soportes elásticos, así como de mazas, ruedas portadoras y ruedas de seguridad, idénticas al puente motor.

5.1.14. Suspensión Primaria

Estará constituida a base de componentes elásticos caucho-acero, libres de mantenimiento y desgaste. Estará diseñada para proporcionar una adecuada inscripción de la rodadura en la vía, así como permitir el cambio rápido y fácil del puente portador.

La suspensión tendrá la amortiguación necesaria que permita la operación bajo cualquier condición de circulación y carga, sin producirse vibraciones perjudiciales que pudieran ser origen de fallas por fatiga de los componentes del bogie o causar afectaciones al confort de los pasajeros.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 57 DE 168

La vida útil prevista de los elementos elásticos de la suspensión primaria deberá ser cuando menos de **1,400,000 km.**

Los requerimientos del estándar **EN 13913** y **NF F01-815** deberán ser respetados.

5.1.15. Suspensión Secundaria

La suspensión de la caja sobre el bogie se realizará por medio de un sistema neumático con ajuste automático de altura, provisto de amortiguadores separados, al que se podrán asociar elementos elásticos caucho - metal, que aseguren la estabilidad para todas las condiciones de carga y velocidad y el confort para los pasajeros en caso de falla de uno de los colchones neumáticos.

El sistema de suspensión deberá cumplir los siguientes parámetros de acuerdo a la Norma **ISO 2631** o equivalente.

- En vertical: valor eficaz de la aceleración inferior a 0.4 m/s^2 en la banda de frecuencia de 0.5 a 20 Hz.
- En longitudinal y transversal: valor eficaz de la aceleración inferior a 0.3 m/s^2 en la banda de frecuencia de 0.5 a 14 Hz.
- En transversal: 0.6 m/s^2 al paso de las agujas en el sentido normal de circulación.

Para asegurar lo anterior y eliminar toda condición de resonancia las frecuencias de operación de la suspensión estarán desfasadas con respecto a la frecuencia natural de la caja.

Se dispondrá de un control de regulación de presión de alta fiabilidad y escaso mantenimiento, para garantizar que la altura del nivel de piso del coche se mantenga constante bajo cualquier condición de carga, a excepción de cuando se presente un neumático pinchado.

La suspensión secundaria contará con un sistema de medición de la carga que retroalimente la señal de peso al equipo de control de tracción y frenado de los coches motrices, para los remolques se integrará un sistema de medición de carga que envíe la señal al sistema de frenado neumático.

El bogie contará con topes en el sentido de elevación para el caso de hinchamiento de uno de los colchones neumáticos.

Se preverá el montaje de amortiguadores hidráulicos de tipo ferroviario y bielas de arrastre necesarios para limitar las oscilaciones verticales, transversales y de balanceo, a fin de garantizar las condiciones de confort, seguridad y estabilidad de marcha, así como un paro total del tren en estación libre de oscilaciones longitudinales.

En caso de avería de uno de los colchones de suspensión o en el suministro de aire, se instalarán dispositivos que permitan al tren terminar su recorrido sin que se presente una inclinación de la caja, fuera del límite permitido por el gálibo.

Dichas averías se indicarán a través de una señalización en cabina y al PCC.

Los materiales no metálicos utilizados en la suspensión deberán ser resistentes a los solventes y lubricantes, así como a los agentes contaminantes atmosféricos y de la red neumática, debiendo tener una vida útil mínima de **1,400,000 km.**

Las labores de mantenimiento menor no requerirán el desacoplamiento de la caja del bogie.

Los requerimientos del estándar **EN 13597** y **NF F01-815** deberán ser respetados.

5.1.16. Unión Caja - Bogie

La unión y apoyo de la caja en el bogie asegurará un buen desempeño bajo las diversas condiciones a que se verá sometida en operación y permitirá las labores de mantenimiento menor sin necesidad de levantar la caja.

Su desensamble, para el desacoplamiento de la caja y el bogie, se podrá realizar sin que exista interferencia con los otros componentes del bogie.

La transmisión de los esfuerzos longitudinales y transversales del bogie a la caja, se realizará por medio de un sistema de bielas de empuje que haya sido utilizado satisfactoriamente en otros sistemas ferroviarios, justificando

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 58 DE 168

técnicamente su aplicación; de modo que las vibraciones y ruidos sean absorbidos por elementos elásticos, evitando su transmisión a la caja.

El sistema de unión deberá tener una vida útil equivalente a la del coche, debiendo ser de un tipo experimentado en el campo ferroviario.

Los intervalos de lubricación serán lo más espaciados posible, no menor a 6 meses, se garantizará un funcionamiento libre de mantenimiento para los otros componentes del sistema, por un período mínimo de **800,000 km.**

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá entregar el cálculo definitivo de resistencia a la fatiga o resultados de las pruebas de fatiga en banco de la unión caja - bogie. Asimismo, deberá entregar el protocolo de pruebas de fatiga del elemento de unión caja bogie y de los elementos de empuje.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá incluir en su propuesta técnica, la descripción del sistema de unión caja - bogie. Así mismo, entregará el protocolo de pruebas de fatiga del elemento de unión caja bogie y de los elementos de empuje.

Así como referencias de su desempeño en otros sistemas ferroviarios similares donde esté en uso dicha solución técnica.

5.1.17. Requerimientos Generales

“**EL LICITANTE GANADOR**” presentará la documentación y cálculos definitivos que a continuación se listan, a fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos indicados en la especificación para el bogie:

- Planos y descripción de los bogies y de sus componentes.
- Cálculos del comportamiento dinámico del bogie (aceleraciones, desplazamientos, fuerzas transversales, cargas de impacto por aparatos de vía, entre otras) bajo las diversas condiciones de carga y circulación en vías principales y secundarias.
- Simulaciones de prueba de distribución del par motor y temperatura del diferencial, para las máximas diferencias de diámetro de ruedas portadoras entre ejes y patinaje.
- Simulaciones de prueba de vibración para diversas condiciones de circulación y carga.
- Cálculo o simulaciones de esfuerzos del bastidor de bogie (incluyendo soportes de rueda guía, bloques de frenado, suspensión secundaria, unión caja - bogie y travesa motor).
- Cálculo del puente motriz (incluyendo mazas de rueda portadora y acoplamiento motor diferencial).
- Cálculo del freno de servicio y de estacionamiento.
- Cálculo y demostración que la inscripción y paso del bogie sobre los aparatos de vía de la Línea 1 es segura.

5.2. SISTEMA DE FRENADO NEUMÁTICO

5.2.1. Generalidades

El sistema de freno deberá cumplir las condiciones que se indican en el apartado correspondiente.

El frenado neumático se realizará por la acción de zapatas actuando sobre la superficie de rodamiento de cada rueda de seguridad.

Las zapatas serán operadas por bloques de freno neumáticos de transmisión directa (*sin timonería*) que incluyan un regulador de holguras entre la rueda y la zapata por desgaste de la misma.

Las zapatas serán de un material apropiado que asegure un coeficiente de fricción uniforme en toda la gama de frenado de los coches.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 59 DE 168

En caso de proponerse zapatas de composición, no deberán contener elementos contaminantes como: asbesto, zinc o plomo y sus características serán aprobadas por "EL STC" durante la fase del proyecto.

Cada rueda de seguridad estará equipada con un bloque de freno de un tipo compacto que permita un fácil reemplazo de zapatas. El control de la presión de los bloques de freno será asegurado por una electroválvula.

Cada electroválvula estará integrado a un panel neumático sobre el cual se agrupará el conjunto de los órganos necesarios para el mando del frenado de servicio, de urgencia y de estacionamiento, así como un depósito auxiliar que permita asegurar dos frenados de urgencia en caso de avería del sistema de generación de aire comprimido.

Se preverán válvulas de aislamiento del frenado neumático, de operación manual por ambos lados de los coches, y las señalizaciones correspondientes en cabina. Las válvulas podrán ser montadas en la caja.

Los intervalos de revisión general que deberán tener los componentes neumáticos no serán inferiores a **800,000 km**, a excepción de las electroválvulas.

5.2.2. Freno de Estacionamiento

Los bogíes estarán provistos de freno de estacionamiento del tipo de resorte acumulador. Su actuación se efectuará relevando el aire comprimido de la cámara que mantiene retenido al muelle, con lo que éste se libera.

El freno de estacionamiento deberá estar incorporado en los bloques de freno, la cantidad de estas unidades que se utilicen en cada coche será la requerida para cumplir las exigencias incluidas en la especificación.

Se deberá prever una señalización de freno de estacionamiento aplicado, la cual será por medio de un microswitch de desplazamiento colocado en cada bloque, que indique los casos en los que se haya aplicado indebidamente.

La aplicación de este tipo de freno será automática con base en la disminución de la presión de aire en la tubería de equilibrio. Se recomienda de tener una presión en la tubería de equilibrio (CE) de un mínimo de 4.5 bares decreciente para que se aplique el freno de estacionamiento y una presión mínima de 5 bares progresiva para desaplicar el freno de estacionamiento. Se definirá la solución con "**EL LICITANTE GANADOR**" en el diseño preliminar.

Esto en forma independiente de que sea ordenada por el conductor mediante el control correspondiente.

El sistema contará en cada coche, además, con un accionamiento manual para su anulación, fácilmente accesible desde cualquiera de los costados cada coche.

En caso de tener aplicado el freno de estacionamiento en uno o más coches, se deberá inhibir la tracción del tren y se informará al conductor en la IHM y al PCC a través del CBTC.

El freno de estacionamiento debe estar diseñado para evitar el desplazamiento de un tren con carga (AW5) y en detención en la pendiente máxima, incluso si los frenos de uno de los bogíes están aislados.

La desactivación manual del freno de estacionamiento debe ser posible en caso de falla, de manera local en cada carro.

Se preverá una señalización local y en cabina, cuando el freno de estacionamiento esté aplicado.

El diseño del interruptor de freno de estacionamiento impedirá su accionamiento accidental.

Si el modo mantenimiento está activado, el freno de inmovilización debe estar también activado.

Además, se deberán cumplir los requerimientos de desempeño establecidos en el capítulo "**Freno de Estacionamiento**" de "**LAS ESPECIFICACIONES**".

El freno de inmovilización debe ser capaz de evitar el movimiento de un vehículo cargado (AW5) durante el periodo de inmovilización en la pendiente máxima o durante el cambio de cabina. Este requerimiento es también válido cuando los frenos de inmovilización de uno de los bogíes están aislados.

Si el modo mantenimiento está activado, el freno de inmovilización debe estar también activado.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 60 DE 168

5.3. ÓRGANOS DIVERSOS

5.3.1. Conexiones Neumáticas

Las tuberías y sus conexiones se fabricarán con materiales metálicos inoxidable resistentes a la corrosión y a la oxidación, y de sección suficiente para los flujos y presiones requeridos, con un diseño que garantice la estanqueidad.

La instalación de las mangueras de unión respetará los radios mínimos de curvatura, considerando el movimiento relativo entre sus extremos.

Los materiales serán resistentes a los aceites, solventes y agentes atmosféricos.

La unión de mangueras entre caja y bogie deberá ser segura y de conexión rápida.

Todos los órganos involucrados para la medición del peso de los coches, válvulas, tuberías y depósitos, se sujetarán a las normas internacionales aplicables y estar perfectamente identificados.

5.3.2. Toma y Regreso de Corriente

Cada bogie motriz llevará dos escobillas positivas exteriormente sobre los largueros en el punto medio del bogie, que captarán la corriente de tracción de las barras guía. Su mecanismo permitirá una captación correcta en todas las posiciones relativas del bogie con respecto a la vía en servicio en la Línea 1.

Cada escobilla estará fijada al bastidor del bogie por medio de aisladores y protegida por una caja de material aislante, ignífugo y no propagador de humos conforme a la Norma **NF 16101** u equivalente.

El diseño de la escobilla deberá permitir el replegado y aseguramiento de ambas, por una persona situada sobre la vía en cualquier costado del coche en una forma segura, sencilla y rápida. Las escobillas a utilizar deberán ser de un diseño eficiente y que haya sido demostrado su buen funcionamiento en metro de rodadura neumática, alimentado a través de barra guía (tercer riel).

Como referencia, "**EL STC**" utiliza escobillas positivas, negativas y de maza de la marca Ferraz.

Cada coche motriz estará provisto de dos escobillas negativas de retorno de corriente, así como dos escobillas de maza.

Cada coche remolque estará provisto de cuatro escobillas de maza.

El diseño de las escobillas de maza y negativas debe ser un diseño validado y probado ampliamente en el ambiente ferroviario, deberá permitir un desempeño y vida útil de las bandas de desgaste que hacen contacto con el riel, superior al que actualmente se tiene en los trenes que circulan en la Línea 1, las cuales deben de ser compatibles en lo que se refiere a la formación de la película de lubricación con grafito que se forma en el riel. Las escobillas a utilizar deberán ser de un diseño eficiente y que haya sido demostrado su buen funcionamiento en metro de rodadura neumática.

Como referencia, "**EL STC**" utiliza escobillas negativas de la marca Ferraz.

Los tipos de escobillas en contacto con los rieles serán diferentes y adaptadas a los tipos de conexiones eléctricas.

Estarán diseñadas para que el cambio de la pieza de desgaste pueda hacerse fácilmente en el taller.

El patín de estas escobillas será de un diseño y materiales que permitan un adecuado funcionamiento eléctrico y mecánico, en particular para la banda de desgaste se utilizará un diseño que no afecte a la barra de guiado o a los rieles, minimizando su peso y costo de las partes de desgaste. El diseño formará pátina en el riel y no afectará el desempeño de las escobillas de los trenes que actualmente circulan en la línea 1, ni afectaciones a la instalación fija.

El cableado de los circuitos del bogie estará protegido mediante tubo aislante, de alto impacto en los lugares expuestos a daños, disponiendo en un lugar accesible un conector general para unión rápida caja – bogie para los cableados de baja tensión. Se exceptuarán aquellos cableados que, por sus características, requieran de un tratamiento distinto (por ejemplo: conexión directa caja - bogie y motores de tracción).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 61 DE 168

Los conectores serán estancos y previstos para trabajar a la intemperie.

En el bogie se dispondrá de los transductores necesarios para los equipos que precisen de ellos, tales como registrador electrónico de eventos y pilotaje automático CBTC.

Adicionalmente, se dispondrá en el bogie el equipamiento y dispositivos necesarios para la correcta operación del Pilotaje automático del CBTC (antenas de lectura de balizas, tacómetros, odómetros...).

“EL LICITANTE GANADOR” deberá coordinarse con el fabricante del CBTC designado por “EL STC”.

5.3.3. Fusibles

En el circuito de alimentación de tensión de tracción serán incluidos fusibles de escobillas positivas. Estos fusibles deberán estar instalados en un alojamiento en la escobilla positiva que los aisle de la contaminación de su entorno, no se admitirá la instalación de los fusibles en la parte inferior de los bogies motores.

Los fusibles de las escobillas positivas serán a prueba de explosión, tendrán la capacidad adecuada al diseño y podrán ser reparados fácilmente una vez que hayan actuado, para lo cual “EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar el procedimiento de reparación.

5.3.4. Caja

Las cajas deberán ser diseñadas para las condiciones de servicio establecidas en la presente especificación, garantizando una vida útil superior a **40 años**, durante el cual ningún elemento de la estructura presentará deformación permanente, o degradación que afecte la integridad estructural de la caja debido a fisuras por fatiga, o por corrosión del material bajo las condiciones de operación del Metro de la Ciudad de México.

Su construcción, la selección de los materiales, así como los acabados y recubrimientos empleados deben ser resultado de un diseño moderno, con una elevada resistencia comprobada al grafiti, al rayado (“scratch”), al vandalismo y a la intemperie.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proponer al menos tres alternativas de diseño exterior siguiendo el código de color de “EL STC”.

Las propuestas deberán incluir imagen 3D con los colores elegidos, de frente, de lado y de la organización interior.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proveer sus propuestas en forma de dibujos, esquemas, vista en perspectiva y fotografía de la estética general.

El material utilizado en los perfiles estructurales, laminación y perfiles tubulares para la fabricación de las cajas será: acero al carbón, acero inoxidable o aluminio extruido que cumplan con los requerimientos de resistencia mecánica, fatiga y vida útil establecidas en la presente especificación.

En ambos casos, las partes de la caja que se verán sometidas a mayores esfuerzos, como las cabezas del bastidor, entre otras, podrán ser en acero al carbón, para construcción metálica con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica de soldabilidad garantizada según norma **UNE EN 10155** o equivalente.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir en su solución técnica la composición del material empleado para la construcción de la caja, que garantice la capacidad de soportar los esfuerzos transmitidos con la carga excepcional de pasajeros, enunciada en el **capítulo “Definición de Peso y Carga para los Cálculos del Desempeño de los Trenes”**.

Las cajas se proyectarán de modo que proporcionen la mayor protección al personal de conducción y pasajeros en caso de accidente, especialmente en colisión frontal, considerando para ambos una carga nominal del tren, para lo cual estarán equipadas con un sistema de absorción de energía y de anti-trepamiento (anti-climber), el cual garantice que en un impacto de hasta **10 km/h** no presentará daños en la estructura de la caja, y que para un impacto a velocidades de hasta **25 km/h** los daños a la estructura de la caja deben de ser tales que no afecten significativamente la integridad del salón de pasajeros eliminando el riesgo de lesiones graves a los pasajeros, así como el riesgo que representa el que un coche penetre en otro coche durante la fase de compresión.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 62 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir en su propuesta técnica, los cálculos y diagramas preliminares que demuestren que el sistema de absorción de energía y de anti-trepamiento (anti-climber) cumplirá con este requerimiento.

En la fase de revisión de diseños, deberá entregar los cálculos y diagramas definitivos.

En todas aquellas zonas donde el agua, el polvo o la basura puedan penetrar, deberán contar con protecciones anticorrosivas, así como con dispositivos eficaces de evacuación, cuidando de que no se afecte la estanqueidad de los cofres y equipos bajo bastidor.

Además, se dispondrá de un zoclo abatible con cerradura de llave de triángulo, localizado en la zona de alojamiento de las puertas.

La disposición de los equipos instalados en las cajas será estudiada, de forma tal que las cargas sobre los bogíes sean del mismo orden, tomando en cuenta las diversas condiciones de carga y circulación.

Se procurará que el salón de pasajeros sea un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación del usuario, máxima capacidad, ausencia de recodos y aristas vivas.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá considerar la comunicación entre coches por medio de pasillos de inter-circulación para permitir el paso de los usuarios a lo largo de todo el tren, garantizando la seguridad y confort de los mismos a su paso o estancia en éste.

Dadas las características de operación, con recorridos relativamente reducidos y corta permanencia del pasajero dentro del tren, se deberá adoptar una disposición de asientos que permita una circulación fluida, así como una rápida evacuación en caso de emergencia.

Los materiales de construcción de los interiores de la caja, cabina y pupitre de conducción, así como el equipamiento al alcance de los usuarios, deberán diseñarse contra vandalismo, grafiti, rayado (“scratch”) y cumplir con las especificaciones de resistencia al fuego, baja emisión de humos y compuestos tóxicos según la norma **EN 45545, categoría 2-N**, así como garantizar la integridad de la estructura bajo condiciones de fuego para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.

Los componentes deberán diseñarse con el mínimo de partes móviles y de elementos sometidos a desgaste.

La igualdad de cotas principales permitirá una unificación completa de las piezas constitutivas de los equipos, la estructura y los revestimientos.

Para los elementos auxiliares y de vestidura, tales como: ventanas, asientos, ornamentos, aparatos de alumbrado, equipos del sistema de ventilación y puertas, la unificación deberá ser total y garantizar su intercambiabilidad.

La calificación del procedimiento de soldadura y de los operarios será según las normas **DIN EN 288** u equivalentes.

Las partes de la estructura que requerirán una atención particular en el momento del diseño serán: el sub-ensamble de la unión caja - bogie, las extremidades del bastidor que alojarán los enganches y los puntos de fijación bajo bastidor de los equipos pesados o que producen vibraciones.

Las cajas deberán contar con los elementos necesarios de apoyo o amarre para las maniobras de mantenimiento o en caso de encarrilamiento.

Los puntos donde se ubiquen estos elementos deberán ser analizados y estudiados en el cálculo de resistencia de la estructura, para evitar deformaciones permanentes o esfuerzos excesivos bajo cualquier condición de levante.

El compartimiento de pasajeros y la cabina de conducción serán confortables, tanto en la decoración interior como en la exterior, se aplicarán diseños que proyecten una imagen de vanguardia y modernidad, utilizando materiales de fácil limpieza.

Las tuberías a instalar deberán ser fabricadas en acero inoxidable y sus conexiones deberán ser de un material inoxidable y de sección suficiente para los flujos y presiones requeridas. Las conexiones serán del tipo de anillo integrado a la tuerca e incrustable en el tubo. La tubería será del tipo sin costura.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 63 DE 168

5.3.5. Tipos de Cajas

Las cajas serán de dos tipos: caja de coche con cabina de conducción y caja de coche intermedio. Estas cajas presentarán la misma concepción y no diferirán más que por el alargamiento en cantiléver de la cabina.

Ésta se encontrará separada del compartimiento de pasajeros por un cancel transversal.

5.3.6. Estructura de la Caja

5.3.6.1 Generalidades

La estructura de la caja deberá asegurar que, durante por lo menos **40 años**, no sufra deformación permanente bajo los efectos de cargas excepcionales (correspondientes a las condiciones máximas de carga de usuarios y compresión en los extremos de la caja), simples o combinados y que no se produzca ruptura por fatiga bajo el efecto de las cargas de servicio.

La caja no deberá sufrir daños ante colisiones a velocidades hasta de **10 km/h**, ni por el levante por maniobras de encarrilamiento.

Además, la flexión tomada por la caja bajo el efecto de las cargas a las que está sometida, deberá garantizar la seguridad bajo cualquier condición de circulación y en ningún caso deberá afectar el funcionamiento de las puertas (pasajeros y cabina).

El espectro de frecuencias propias de la caja, deberá ser tal que no exista riesgo de resonancia con los rangos de frecuencia de las suspensiones y de los equipos embarcados, esta condición debe explicarse y documentarse con la memoria de cálculo y estudios a detalle.

5.3.6.2 Resistencia

La estructura del vehículo será diseñada conforme a las normativas internacionales **EN 12663 categoría P-III** y **EN 15227 categoría 2**.

Con ello se asegura que la resistencia a la compresión y carga vertical en deformación sean las adecuadas.

Por otro lado, tanto la estructura de la caja, como los enganches y sus amortiguadores están diseñados para:

- Asegurar el acoplamiento entre unidades de la misma serie.

Transferir la carga de tracción y de compresión entre los trenes durante una operación de rescate sin que se dañe ningún elemento ni se intuyan movimientos extraños en la unidad.

Los enganches estarán diseñados para las siguientes condiciones:

- Las unidades se acoplan a una velocidad reducida de **3 km/h** en carga **AW3**. El sistema de enganche soporta el esfuerzo obtenido por esta acción repetidamente y absorbe efectivamente dicha energía.
- Los elementos de absorción de los enganches automáticos y semipermanentes absorben la energía de colisión de forma reversible hasta una velocidad de **7 km/h** en una carga nominal del tren. En este caso se supone que la unidad en estado parado tiene los frenos activados. Los elementos de absorción no se dañan en una colisión de estas características, siendo una colisión reversible. Los elementos de absorción instalados aseguran una amortiguación óptima. En un acoplamiento de estas características, ni los anti-trepamiento (anti-climber), ni sus elementos de absorción entran en contacto con la caja adyacente, evitando su deformación plástica.
- Proteger al operador y los pasajeros de las consecuencias del choque y la desaceleración en las situaciones de colisión a velocidades inferiores a **25 km/h** con otro tren tal y como se especifica en la Norma Internacional **EN 15227**.

Con ello se consiguen los siguientes objetivos dentro de los límites establecidos:

- La deformación del área de pasajeros en caso de colisión se ha limitado con el fin de no presentar ningún peligro para sus ocupantes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 64 DE 168

- Los Anti-Climber instalados aseguran que no se escalarán los trenes accidentados entre ellos o entre coches de una misma unidad.
- En caso de colisión no existirá ninguna intrusión de partes del tren peligrosas para los ocupantes.

La resistencia a la compresión de la zona central de la estructura es mayor que en los cabeceros, asegurando que la estructura principal no se colapse, no se doble, ni se deforme plásticamente hasta que los elementos de sacrificio de los cabeceros del coche del tren se hayan deformado de manera permanente.

El diseño se realizará de manera modular, de tal manera que, después de un choque que ha causado daños estructurales al área, serán fáciles de reparar o reemplazar los testereros.

Para las cargas definidas en “**LAS ESPECIFICACIONES**”, “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá presentar en la fase de revisión de diseños una memoria de cálculo de resistencia de los materiales de la caja, según el método de los elementos finitos, y además, se incluirán los cálculos de análisis de esfuerzo-deformación de la estructura de la caja, frecuencia natural de vibración de la misma en los modos principales, documentos que demuestren la adecuada resistencia a la corrosión, así como los dibujos de las estructuras de los tipos de cajas propuestos, todo lo anterior considerando los siguientes aspectos:

- Para cada registro de esfuerzos se tomarán en consideración los desplazamientos y las tensiones calculadas, así como un análisis estático para las cargas excepcionales y un análisis de fatiga para las cargas normales.
- Se suministrará un análisis vibratorio del conjunto de la estructura del coche, con indicaciones de los valores de las frecuencias propias, así como sus deformaciones dinámicas asociadas.
- Se deberá determinar por simulación numérica los modos de oscilación de la estructura de la caja completa en vacío y con carga.
- Será necesario garantizar que existe al menos 1 Hz de desacoplamiento entre estos valores calculados y la frecuencia alta y baja de excitación del bogie.
- Se suministrarán los cálculos relativos a los choques, cuando se produce una colisión de tren contra tren a **7 km/h, 12 km/h y 25 km/h** según las hipótesis de carga de los dos trenes del estándar **EN 15227**.
- Pruebas de resistencia a la corrosión de los materiales y recubrimientos que conforman la caja.

Esta información deberá ser entregada por “**EL LICITANTE GANADOR**” previo a la aplicación de las pruebas correspondientes.

Las cargas que se deberán tener en cuenta como hipótesis para el cálculo, serán las estipuladas en el punto correspondiente.

Los ensayos estáticos y dinámicos posteriores se realizarán conforme a las normas contenidas en el documento **ORE B12 RAPORT 17** o equivalente.

La primera caja en blanco será sometida a un ensayo con extensómetros para confirmar la resistencia a la deformación de la estructura de la caja bajo diferentes condiciones de carga.

Los diferentes órganos que constituyen las uniones entre caja y bogie, deberán resistir como mínimo los esfuerzos horizontales inducidos por las aceleraciones siguientes:

Arrastre transversal con $\gamma_t = 3 \text{ m/s}^2$	$f_t = (\text{maza caja}) \times \gamma_t$
Arrastre longitudinal con $\gamma_L = 3 \text{ m/s}^2$	$f_L = (\text{maza caja}) \times \gamma_L$
Esfuerzo debido a una colisión longitudinal con $\gamma_L = 3 \text{ g}$	$f_L = (\text{maza bogie}) \times 3 \text{ g}$
Esfuerzo debido a una colisión transversal con $\gamma_t = 1 \text{ g}$	$f_t = (\text{maza bogie}) \times 1 \text{ g}$

Para efectos de fatiga se considerará el peso de un coche con carga nominal.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 65 DE 168

Los esfuerzos deberán permanecer comprendidos dentro del límite del diagrama de Goodman del material, considerado para 10^7 (10,000,000) ciclos y 97.5% de no-ruptura o un criterio de fatiga equivalente.

A fin de garantizar una protección eficaz a los pasajeros, en caso de choques que se produjeran entre trenes o entre tren y un objeto fijo, y a fin de brindar la mayor protección posible para el personal de conducción en el caso específico de una colisión frontal, el diseño de los coches presentará una resistencia a la compresión, calculada que asegure una deformación progresiva tal que permita disipar la mayor cantidad de energía de un choque en los órganos de unión y de tope.

Cuando se produce una colisión en alineación recta entre dos trenes, uno de los cuales se encuentra estacionado y frenado, con carga similar, se preverán los dispositivos elásticos instalados en los coches de cada uno de los trenes que preserven las estructuras de las cajas de todo daño en el caso de choque a una velocidad hasta de **7 km/h**, los elementos de absorción de energía serán de tipo auto-regenerable. De 7 km/h hasta 12 km/h los choques serán absorbidos por elementos «fusibles», que permiten preservar la integridad “de los elementos de absorción de energía de tipo auto-regenerable”. Los elementos “fusibles” se cambiarán fácilmente.

El levante de la caja completa en vacío empleando dispositivos para tal efecto, podrá efectuarse utilizando puntos de apoyo de levantamiento previstos en la estructura de la caja para este fin. En la etapa de revisión de diseños se determinará la ubicación y cantidad de puntos de apoyo por lado.

Se podrá levantar la caja en vacío por un extremo; descansando en el extremo del bogie opuesto.

El bogie del lado levantado permanecerá unido a la caja por el dispositivo previsto para este efecto.

5.3.6.3 **Bastidor**

Los puntos de fijación de todos los equipos bajo bastidor y cofres, así como del cableado y tubería neumática se fijarán a la estructura mediante soldadura.

Los soportes de los equipos de tracción frenado, moto-compresor, convertidor estático, unidad neumática de frenado y banco de baterías entre otros, así como los diversos cofres que se instalen, estarán ampliamente dimensionados para evitar cualquier fisura y su montaje se efectuará en seguridad, es decir, los soportes de los equipos se apoyarán en las ménsulas dispuestas en los largueros y traveseros del bastidor de la caja para que los elementos de suspensión y fijación no trabajen en tensión. Se prohíbe barrenar cualquier zona del bastidor.

Alternativamente, para cajas fabricadas mediante perfiles de aluminio, “**EL LICITANTE GANADOR**” podrá proponer una solución de fijación de equipos de bajo bastidor diferente, siempre y cuando cumpla con la norma **MIL-STD-882** u equivalente que sirve de base para los requerimientos de seguridad exigidos por “**EL STC**” en estas especificaciones.

La solución alternativa que proponga “**EL LICITANTE GANADOR**” podrá ser aprobada por parte de “**EL STC**” durante la fase de revisión de diseño, en el entendido de que para que “**EL STC**” considere cualquier alternativa, “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar y garantizar a satisfacción de “**EL STC**” que:

- El sistema de fijación alternativo que propone, efectivamente brinda niveles de seguridad iguales o superiores a los señalados en el párrafo anterior.
- Cumple con los niveles de seguridad exigidos por “**EL STC**” en “**LAS ESPECIFICACIONES**”.

Los coches podrán ser levantados mediante una grúa, para lo cual se preverán los aditamentos necesarios para el levantamiento en los lugares adecuados, así como bulones de izado en cada ángulo del bastidor de caja, para servir de punto de apoyo a ser utilizado en caso de maniobras o encarrilamiento.

Deberá ser posible desacoplar eléctrica y mecánicamente un sólo bogie y levantar ese extremo de la caja sin que se requiera el desacoplamiento de las uniones del bogie opuesto.

Al efectuar esta operación, no deberá aparecer ninguna deformación en la caja.

5.3.6.4 **Cofres Laterales**

Los cofres deberán ser fabricados con materiales de características similares en cuanto a resistencia a la corrosión que las previstas para la estructura de la caja.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 66 DE 168

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar mediante un sistema de llaves, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto respectivamente.

Las puertas deben permitir total acceso a los componentes para su montaje y reemplazo por los costados del coche debiendo cumplir los requisitos en cuanto a mantenibilidad establecidos en esta especificación, y en todos los casos se garantizará su hermeticidad al agua y al polvo, el grado de protección será conforme a la norma **EN 60529, 61133** o equivalente, este grado de protección será puesto a consideración de "**EL STC**".

Todas las tapas laterales bajo bastidor del tren preverán la apertura en dos pasos hacia la parte inferior del cofre, el primer paso con una apertura no mayor a 25° a través de un seguro en forma de gancho, para el segundo paso se liberará manualmente el seguro para permitir el abatimiento total de la tapa para lograr su apertura total. El diseño deberá permitir la intervención y/o revisión eventual del interior del cofre, así como las labores de mantenimiento en completa seguridad.

Todas las tapas de los cofres bajo bastidor serán metálicas con aislamiento eléctrico y la robustez requerida para esta función. Cuando las tapas de los cofres laterales se abran no deberán invadir el gálibo de las instalaciones.

Todas las tapas laterales e inferiores, deberán contar con mecanismos de seguridad que eliminen la posibilidad de una apertura indebida durante la operación. En la etapa de revisión de diseños "EL PROVEEDOR" deberá de poner a consideración de "EL STC" para su aprobación.

5.3.7. Enganches y Pasillo de Intercirculación

Los enganches se dimensionarán para soportar los esfuerzos generados bajo condiciones normales y excepcionales, tales como maniobras de socorro - descompostura, coches inactivos a la tracción y/o frenado entre otras, debiendo resistir esfuerzos longitudinales de compresión y tensión conforme a lo estipulado en el capítulo "**Estructura de la Caja**".

La fabricación de las Semi-Barras de choque-tracción será mediante el proceso de forja, conforme a la norma **NF F 10420** "Organes d'attelage de traction et d'entraînement pour matériel moteur et remorque".

Además, dispondrán de los dispositivos necesarios para impedir que se produzcan desacoplamientos intempestivos de las unidades bajo cualquier condición de circulación y carga.

Se garantizará una vida útil de los elementos de amortiguamiento y de desgaste de al menos **1,000,000 km**.

Los enganches extremos estarán equipados de un sistema de guiado y sustentación que asegure el auto centrado vertical y horizontal.

La conexión neumática del conducto de equilibrio se realizará en forma automática a través de válvulas.

El acoplamiento eléctrico se hará por medio de las cajas de contactos o conectores eléctricos manuales que garantice la continuidad de los circuitos de seguridad y de frenado para el caso de la maniobra socorro-descompostura.

Deberá existir un dispositivo que permita de una manera sencilla y rápida deshabilitar el acoplamiento neumático y mecánico en caso de que la maniobra de socorro-descompostura así lo requiera.

A fin de impedir el movimiento en automático de dos trenes acoplados, el tren tiene que proveer al CBTC el estado de los acopladores.

Los enganches intermedios deberán ser compatibles con los requerimientos de los pasillos de intercirculación entre coches.

Las labores de mantenimiento para los enganches deberán ser simples y el período para mantenimiento mayor será de **800,000 km**.

Habrán dos tipos de enganches:

- Semiautomático con cabeza permitiendo el acoplamiento y desacoplamiento mecánico y neumático en la parte delantera de los coches con cabina de conducción. Tendrá la posibilidad de tener un acoplamiento eléctrico manual.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 67 DE 168

- Semipermanente (semi-barra) para el acoplamiento de los coches de un mismo tren entre ellos.

El Tren tiene que proveer al CBTC una información sobre la integridad de la unidad con el estado acoplado de los coches, o de dos trenes acoplados.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir en su solución técnica:

- Las principales características de los enganches y pasillos de intercirculación.
- Los cálculos y diagramas preliminares que justifiquen que los enganches y el pasillo de intercirculación cumplen satisfactoriamente cualquier condición de circulación y carga, como el paso a través de curvas de radio mínimo.
- Lo que deberá justificar geoméricamente, presentando el cálculo y diagramas preliminares, relativos al elemento amortiguador y de absorción de energía.
- “EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar, en la fase de revisión de diseños, los cálculos y diagramas definitivos.
- “EL LICITANTE GANADOR” presentará en la fase de revisión de diseños los cálculos de desempeño de los enganches al choque del tren hasta una velocidad de **10 km/h** a carga nominal.

5.3.7.1 *Enganches Extremos*

Se instalarán enganches que permitan el socorro de un tren a otro tren; realizando el acoplamiento mecánico, neumático y eléctrico (este último deberá contar además con la opción de accionamiento manual), bajo las siguientes condiciones:

- El acoplamiento se efectuará con un tren detenido y el otro a una velocidad inferior a **3 km/h**, cada enganche deberá contar con un indicador externo que confirme que el acoplamiento es efectivo. El desacoplamiento se efectuará a través de una palanca de accionamiento simple y fácil. Las maniobras anteriores podrán realizarse en las condiciones del trazo de vías definidas en esta especificación, aun cuando los enganches tengan un desnivel de **75 mm**. asimismo en el radio de curvatura mínimo de la red.
- En el acoplamiento entre dos trenes, en una maniobra de socorro, es necesario asegurar la continuidad de los circuitos de seguridad y del mando de frenado por medio de las cajas de contactos o conectores eléctricos manuales de baja tensión de los enganches.
- El acoplamiento mecánico del enganche delante de la motriz con cabina de este nuevo tren debe ser compatible con el enganche semiautomático que utilizan los trenes que actualmente circulan en la red del S.T.C.

5.3.7.2 *Enganches Intermedios*

Estos unirán mecánica y neumáticamente a los coches, bajo las siguientes condiciones: el acoplamiento se realizará con los coches detenidos y admitirá un desnivel entre enganches hasta de **75 mm**.

El acoplamiento mecánico será como una unión bridada por semi-acopladores, que incluye la unión mecánica, conexión neumática y los circuitos eléctricos de seguridad que confirmen el correcto acoplamiento entre los coches.

Las características de los enganches y la sujeción de los mismos bajo bastidor deberán garantizar el cumplimiento de los requerimientos de resistencia mecánica antes mencionados.

La capacidad de absorción de energía del amortiguador deberá ser tal que permita la absorción de energía generada bajo todas las condiciones normales de circulación y de carga, así como las excepcionales.

5.3.7.3 *Pasillo de Intercirculación*

Este pasillo permitirá el paso de los pasajeros de un coche a otro o su estadía, brindándoles al mismo tiempo un alto nivel de comodidad y de seguridad.

El ancho del paso será como mínimo **1,200 mm**, la altura mínima de **1,900 mm** y el largo de **700 a 1000 mm**, conforme a lo estipulado en el capítulo “*Definición de Peso y Carga para los Cálculos del Desempeño de los*

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 68 DE 168

Trenes", el diseño deberá permitir la libre circulación del tren por vía principal y secundaria, considerando la curva de radio mínimo, sin que presenten fallas en sus componentes o problemas por fatiga.

Se garantizará la hermeticidad de los pasillos para evitar la entrada del polvo y agua en todo su contorno con la caja.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su solución técnica las características del pasillo, considerando la mejor solución de funcionamiento, mantenimiento y seguridad, tomando en cuenta otros equipos ubicados en los extremos de los coches como son los enganches y acopladores de líneas de tren.

A su vez el pasillo debe absorber las variaciones de distancia permitidas por los enganches y estará calculado para soportar una carga vertical permanente para condiciones de carga excepcional.

El pasillo tolerará las diferencias de altura del suelo de los coches según su estado de carga, el estado de las suspensiones y el desgaste de ruedas.

En el pasillo no se aceptarán escalones o desniveles al pasar de un coche a otro.

En la configuración del pasillo será empleando un piso rígido, configurado con el menor número de elementos con movimiento relativo que permita el paso en un plano prácticamente horizontal para evitar el riesgo de accidente o daños a los pasajeros.

Las superficies y elementos de deslizamiento deberán garantizar un periodo de recambio superior a **1,600,000 km**.

Al interior del coche se dispondrán revestimientos en paredes y techo que protejan al fuelle contra vandalismo.

La unión del pasillo a los frentes del coche se efectuará mediante marcos atornillables con sello de hule integrado que no requiera la aplicación de productos de sellado adicional.

Se dispondrán soportes en la parte superior para carga del pasillo durante su desacoplamiento en las labores de mantenimiento.

Todos los elementos metálicos que se consideran en el pasillo, incluyendo la tornillería, deberán ser de acero inoxidable.

Los pasillos respetarán los criterios de estanqueidad del tren en su conjunto.

Los componentes deben satisfacer la norma **EN 45545 categoría 2-N** respecto a la resistencia al fuego y emisión de humos de los materiales utilizados.

En el diseño del pasillo deberá preverse el desacoplamiento entre coches, para efectos de mantenimiento o maniobras de encarrilamiento.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su solución técnica, la descripción y especificaciones de funcionamiento, de mantenimiento y de seguridad de cada uno de los elementos que integran el pasillo de intercurrencia, así como el enlace de los coches y su inscripción en curvas en vías principales y secundarias.

5.4. PUERTAS

5.4.1. Aspectos Técnicos

Se tendrán dos tipos de puertas: de acceso al salón de pasajeros, de acceso de cabina.

Las puertas estarán constituidas con base en una estructura metálica revestida con lámina de acero inoxidable sin recubrimiento de pintura y reforzadas interiormente, debiendo respetar las exigencias del estándar **EN 14752**.

Los coches con cabina de conducción contarán con:

- Puertas de acceso al salón de pasajeros. (Dependiendo de la solución técnica propuesta y aceptada por "EL STC")
- Una puerta de intercurrencia cabina a salón de pasajeros.
- Dos puertas de acceso en cada cabina. Una puerta por lado de cada cabina. Esas puertas serán con una ventana.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 69 DE 168

- Los coches sin cabina contarán con puertas de acceso a salón de pasajeros por lado. (Dependiendo de la solución técnica propuesta y aceptada por “EL STC”)

El sistema de accionamiento de puertas de acceso (pasajeros) al salón de pasajeros será del tipo eléctrico y deberá considerar entre otros, los siguientes requerimientos mínimos:

- Unidad electrónica de control
- Motor eléctrico
- Sistema de desenclavamiento manual interior
- Sistema de desenclavamiento manual exterior (primera puerta delantera de cada lado por coche)
- Interruptores de señalización
- Bucle de control de las puertas cerradas y enclavadas

Las puertas dispondrán de cristales de seguridad templados de al menos 6 mm de espesor, con un sistema de fijación que garantice su estanqueidad.

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma **SNCF ST-250** o equivalente, además deberán contar con película anti-rayado (“scratch”) de **3 capas** por la cara interna. Deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545, categoría 2-N**.

Los elastómeros deberán cumplir con las normas **ASTM D 2000** o equivalente, clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545, categoría A1**.

5.4.2. Puertas de Acceso al Salón de Pasajeros

5.4.2.1 Aspectos generales

“**EL LICITANTE GANADOR**” podrá proponer la cantidad de puertas, diseños y dimensiones distintas justificando la solución técnica de acuerdo a la normatividad de aplicación ferroviaria para la movilidad de usuarios en el ascenso y descenso.

En soporte de la solución técnica propuesta “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá presentar el estudio correspondiente que han desarrollado; tomando en cuenta la normatividad ferroviaria aplicable, para la movilidad de usuarios durante el ascenso y descenso del carro. (Dependiendo de la solución Técnica propuesta y del estudio correspondiente será aceptada y aprobada por “EL STC”)

Las puertas resistirán las cargas definidas en la normativa **EN 14752**.

Todas las juntas aplicadas en la solución técnica propuesta para el sistema de puertas, deben cumplir con la normativa **ASTM D 2000** o equivalente, clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545, categoría 2-N**.

Durante el diseño de las puertas del salón de pasajeros se han considerado los siguientes requisitos:

- Guiado superior e inferior de las hojas de puerta.
- Aislamiento contra calor y ruido.
- Puertas selladas al agua y al aire, con una **IP54** según la norma **EN 60529**.
- Juntas, bordes y posibles cavidades sellados contra humedad.
- Las hojas y las juntas de goma de las puertas serán fácilmente reemplazables.
- Las juntas de goma de las puertas podrán reemplazarse sin desmontar la hoja de la puerta.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 70 DE 168

Las juntas de goma serán del tipo hule único y cubrirán la altura total de la puerta. Deben ser proyectadas de forma que tengan la flexibilidad suficiente para no causar lesiones a los pasajeros y permitir su retiro entre las juntas blandas.

La utilización de drenajes permitirá que el agua no caiga sobre los cofres bajo el bastidor.

La pletina de control de las puertas se instalará de tal manera que no afecte al mantenimiento del sistema de suspensión y correderas de las puertas.

Cada puerta está compuesta de dos hojas formadas por un panel exterior y otro interior, en lámina de acero inoxidable **AISI 304 grano 220**, de al menos 1 mm de espesor sin recubrimiento de pintura, y reforzadas interiormente (la caja formada será inyectada de espuma expandible de poliuretano de calidad no combustible o auto extingible rígida según norma **UNE 53127**, con una densidad de **100-120 kg/m³** o un material equivalente). Los refuerzos interiores serán de acero bicromato.

Estarán enmarcadas por una armadura sólida de perfiles de aluminio extruidos, aleación **6060 T5**, anodizado color natural.

La corredera inferior de las puertas deberá ser diseñada de tal manera que no permita la acumulación de agua, basura y objetos, que pudieran dañar, así como obstaculizar la libre apertura y cierre de las puertas.

Se deberán utilizar componentes de accionamiento, mando y control de tecnología moderna, que cumplan con los requerimientos de operación, vida útil, fiabilidad y mínimo mantenimiento.

La distribución de las puertas de los coches equilibrará el flujo de pasajeros a desalojar por cada una de ellas. La apertura y cierre de ambas hojas será en forma simultánea. Las dimensiones mínimas de las puertas serán de **1,900 mm** de altura por **1,300 mm** de ancho libre, para una solución de 4 puertas por costado.

“**EL LICITANTE GANADOR**” podrá proponer otros diseños y dimensiones distintas justificando su solución técnica de acuerdo a la normatividad de aplicación ferroviaria para la movilidad de usuarios en el ascenso y descenso.

“**EL LICITANTE GANADOR**” en su solución técnica, deberá presentar el estudio preliminar de movilidad de usuarios en el ascenso y descenso, de acuerdo a la solución técnica presentada y a la normatividad ferroviaria aplicable.

Además, cada hoja contará con hules colocados sobre uno de los cantos para protección a usuarios y estanqueidad. El sistema de fijación deberá soportar condiciones de uso rudo.

El mecanismo de suspensión y conjugación de las puertas deberá tener el mínimo de partes sujetas a desgaste.

Los períodos mínimos entre mantenimientos para lubricación y limpieza serán de **150,000 km** y el periodo mínimo entre cada mantenimiento mayor será de **800,000 km**.

En el interior del coche a la altura de los mecanismos de puertas se instalarán dovelas que permitan su mantenimiento.

Los componentes del sistema de puertas deberán garantizar una vida útil superior a **4,500,000 km**, y para el mecanismo de suspensión y conjugación se considera una vida útil de **2,500,000 km**.

El mando de las puertas se efectuará por el conductor desde la cabina y en forma automática por el CBTC.

El mando de anuncio de partida y cierre de puertas (se instalará de tal manera que permita al conductor vigilar el acceso de los usuarios) estará ubicado en cada extremo del pupitre de conducción y a ambos lados del tabique de cabina.

Asimismo, los mandos de apertura y anulación se instalarán a ambos lados del pupitre de conducción.

La ubicación precisa de los botones de anuncio y cierre de puertas, se determinará en la etapa de revisión del diseño.

El cierre de las puertas de acceso deberá cumplir con las condiciones siguientes:

- El tiempo entre el mando y el cierre total será entre **2.5 a 3 segundos**, permitiéndose el ajuste de la velocidad. Antes del final de la carrera se tendrá un segundo paso que evite daños al usuario.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 71 DE 168

- El esfuerzo longitudinal a aplicar sobre una hoja, para impedir su cierre, será de cuando menos **45 daN**.
- Cada puerta estará equipada con un sistema que permita la detección de obstáculos, de tal manera que por obstáculo detectado se tenga la siguiente funcionalidad:
 - 2 intentos de cierre, la puerta realizará ciclos de apertura-cierre en forma automática, en donde la apertura será de máximo 20 cm entre hojas.
 - Al final del último ciclo de cierre obstaculizado se podrá enviar la apertura y solo la puerta obstaculizada abrirá permaneciendo el resto cerradas
 - Para poder reiniciar la apertura de todas las puertas del tren el operador deberá de colocar la Llave "OA" correspondiente primero en anulación.
- El tiempo de apertura entre el mando y la apertura total será de **2 a 2.5 segundos**, permitiéndose el ajuste de la velocidad al final de la carrera que evite daños al equipo.
- El comando de apertura de puertas se podrá realizar de forma manual a través del conmutador de preparación y anulación de apertura y en forma automática por el CBTC.
- Asimismo, la apertura de las puertas de extremidad debe ser posible por un operador desde la vía o presente en el coche (crew switch).
- Este dispositivo especial de apertura de las puertas debe impedir en seguridad el movimiento del tren y no debe abrir los bucles de puertas cerradas y enclavadas.
- La apertura de puertas cumplirá con las siguientes condiciones:
 - Cuando las hojas de las puertas están totalmente abiertas, en el final del recorrido, estas quedarán libres. En este estado, el motor no ejercerá fuerza sobre las puertas.
 - La unidad de control de cada una de las puertas está conectada al bus de comunicaciones del tren mediante RS485, CAN o equivalente, que registrará y almacenará todas las fallas del control y mecanismo generadas durante la operación y la fecha y hora.
 - La unidad de control de las puertas registrará y almacenará toda la información sobre el funcionamiento del sistema de puertas y de cada puerta en particular:
- Operación Manual en cualquier modo de conducción.
 - La operación manual de apertura de puertas podrá realizarse siempre que el dispositivo de selección del modo de conducción este en la posición del costado del andén.
 - El lado de servicio será seleccionado por el dispositivo de servicio de puertas. Al seleccionar un lado, el otro lado se cerrará automáticamente quedando condenado al cierre.
 - El lado seleccionado recibirá el comando de cierre cuando se presione el dispositivo de cierre. La apertura se realizará al presionar el conmutador de preparación y anulación de apertura. Este conmutador permite memorizar la preparación de apertura mientras la velocidad del tren sea menor a 3 km/h.
 - No se podrá efectuar la apertura del lado contrario al andén, bajo ninguna circunstancia.
- Comando por el CBTC
 - La operación automática de apertura de puertas podrá realizarse siempre que el dispositivo de selección del modo de conducción este en la posición PA o CMC.
 - El lado de apertura será seleccionado por el sistema de Pilotaje Automático.
 - El sistema CBTC enviará la información, como el lado y el comando de apertura, a las líneas del tren y equipos eléctricos e implementará la lógica que permita operar en seguridad la apertura de puertas en modo automático.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 72 DE 168

- Señal de paso y de velocidad cero transmitida a la DCU (Door Control Unit) desde el tren (desde el lado derecho o izquierdo).
- El comando de apertura de la puerta transmitido a la DCU desde el tren. El comando debe ser localizado para cada puerta del tren.
- Se abren todas las puertas del lado seleccionado, comandadas por el CBTC para la apertura.
- En el sistema CBTC se indicará el estado de cada una de las puertas: abierta, cerrada, enclavada, aislada, en falla o sin información. El tiempo de señalización ante cambio del estado de puerta será inferior a **1 segundo** y no existirá desfase de información cuando las puertas se abran o cierran simultáneamente.
- El sistema de pilotaje Automático CBTC sincronizara el funcionamiento de las puertas del tren con las puertas de andén.
- Para el modo de conducción CLT2, en el punto normal de paro de las estaciones, el Sistema de Pilotaje Automático CBTC vigilara la autorización de la apertura de las puertas.
- Cuando las puertas estén libres (sin alimentación), se podrán mover manualmente aplicando una fuerza longitudinal según el estándar **EN 14752**.
- El cierre de puertas deberá funcionar normalmente aun cuando se aplique desde el interior del coche una fuerza en forma transversal a la hoja según el estándar **EN14752**. Una vez obtenido el cierre total de las puertas deberá accionarse automáticamente un enclavamiento mecánico que asegure el cierre.

El enclavamiento al cierre se aplicará de manera local, por coche y por puerta, mediante una cerradura dispuesta al interior del salón de pasajeros de acceso exclusivo para el personal autorizado.

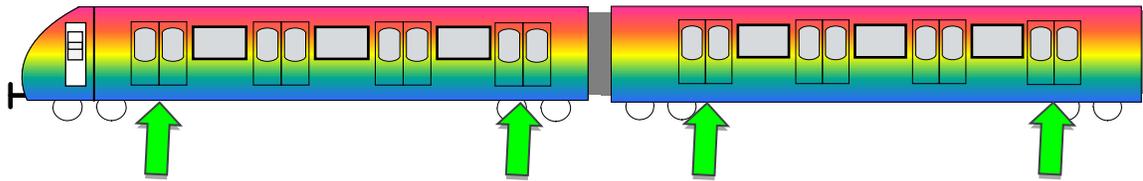
- El mecanismo de las puertas será accionado por un motor eléctrico libre de mantenimiento.
- El motor contará con una toma eléctrica que permita su conexión rápida para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento.
- El control de los circuitos y los motores de puertas deberán satisfacer las siguientes características:
 - Establecer comunicación con el sistema de informática embarcada.
 - Almacenar información del funcionamiento de cada una de las puertas.
 - Estar protegido contra cualquier tipo de disturbio eléctrico y magnético.
 - Ser hermético, a prueba de agua y contaminantes.
 - Sus conectores, puertos y demás componentes serán a prueba de vibraciones.
 - Contará con los sensores indispensables para monitorear el estado de apertura y cierre de cada una de las puertas, los cuales deberán ser confiables, seguros, libres de mantenimiento, del tipo magnético o similar e inmunes a la suciedad.
- Dispondrá de las protecciones necesarias contra corto-circuito, sobre tensión e inversión de polaridad.
- El equipo de control de puertas deberá garantizar, bajo cualquier circunstancia, la seguridad de los pasajeros, para lo cual:
- El sistema de puertas tiene un final de carrera de puerta cerrada que detecta e indica el cierre de cada puerta.
 - Además, existe otro final de carrera de puerta enclavada que indica cuando la puerta está cerrada y enclavada.
 - Cuando el final de carrera de puerta cerrada no certifica la señal de cierre de puertas, el movimiento del tren será inhibido y el estado del enclavamiento será comunicado de forma continua al sistema CBTC.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 73 DE 168

- Dada esta condición mediante la IHM del PCC vía CBTC se tendrá la funcionalidad de Bypasear (Puentear) esta funcionalidad, para poder mover el tren en pilotaje automático durante la fase de revisión de diseños se detallará las condiciones de seguridad para esta funcionalidad.
 - Los finales de carrera arriba mencionados deben ser de muy buena calidad y confiabilidad, y se utilizarán para trabajo pesado y son auto-limpiantes.
- El sistema contará con un mecanismo de enclavamiento que en condiciones normales solo podrá ser desenchavado cuando las seguridades del pilotaje automático lo permitan y/o sea comandada la apertura por el conductor.

En caso de falla, el sistema deberá contar con un mecanismo alternativo de enclavamiento y desenchavamiento de accionamiento manual, por puerta, que podrá ser accionado desde el interior del coche por personal autorizado, señalizándose en el monitor TMC de cabina de conducción.

Para el desenchavamiento desde el exterior de un coche solo se podrá realizar desde las puertas de extremidad de cada lado del coche.



- En caso de que por algún motivo se abra alguna puerta, parcial o totalmente, después de obtener la autorización de partida por cierre de puertas, se aplicará el freno de emergencia automáticamente (señalizándose en el monitor TMC de cabina de conducción).
- En caso de falla del control central, las puertas de acceso al salón de pasajeros deberán permanecer con enclavamiento y se deberá prever un sistema alternativo en seguridad que permita la apertura de puertas, a fin de que el tren pueda continuar el servicio.
- En el exterior de cada coche deberá existir una señalización luminosa (tipo LED) perfectamente visible para el conductor que indique el estado de apertura y cierre de las puertas, con puertas abiertas lámpara encendida y con puertas cerradas lámpara apagada.
- La información de enclavamiento de cierre será cuando todas las puertas del tren estén cerradas y no exista alguna con separación entre hojas mayores a **5 mm**.
- Al obtenerse el enclavamiento de cierre de puertas en servicio normal, para autorizar la salida y circulación del tren, deberá existir una señalización luminosa y acústica (monogolpe) en la cabina que confirme al conductor la condición de todas las puertas del tren cerradas y enclavadas.
- La preparación de apertura podrá mandarse a partir de la velocidad decreciente de **6 km/h** ejecutándose la autorización de la apertura a una velocidad inferior de **1,5 km/h**.
- En el modo de conducción PA y CMC con el CBTC, además de la condición anterior, el tren se deberá encontrar en la zona de apertura y haber validado el costado de servicio por el sistema de pilotaje automático CBTC.

5.4.2.2 **Dispositivo de señal de alarma KFS en coche:**

El funcionamiento específico de KFS está definido en el anexo A5.1 Especificación funcional CBTC

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 74 DE 168

- Cada puerta será equipada (lado interior) con un dispositivo de señal de alarma con una lámpara para información visual.
 - El dispositivo será una palanca.
 - La lámpara será parpadeante al momento la activación del dispositivo y fija cuando la comunicación con el PCC o el conductor sea efectiva.
 - Al liberar la alarma, esa lámpara se apagará.
 - La ubicación del dispositivo de señal de alarma será al costado de las puertas.
 - La señal será memorizada hasta su rearme.
 - Se contempla adicionalmente un dispositivo ubicado a la altura de persona en silla de ruedas en los coches extremos con áreas para discapacitados.
- En caso de conducción en modo PA o CMC del CBTC, a la activación del dispositivo de señal de alarma, se transmitirá al sistema CBTC, la señal de activación con el identificador del dispositivo activado. El CBTC se encargará de mandar a la cabina de conducción y al PCC la alarma correspondiente.
- En el caso de conducción manual, a la activación del dispositivo de señal de alarma, se transmitirá al conductor, en su pupitre de cabina, una alarma visual y sonora de activación con la identificación del dispositivo activado. A la activación del dispositivo de señal de alarma, se transmitirá al PCC, a través del sistema de comunicaciones embarcadas, la señal de activación con el identificador del dispositivo activado.
- En caso de activación, este dispositivo podrá ser rearmado desde el PCC o localmente por el personal autorizado o por el conductor desde el pupitre en cabina.
- El accionamiento del dispositivo de señal de alarma activa el interfono y una cámara que muestra automáticamente, en el PCC y en cabina, la puerta involucrada en el monitor del CCTV. Así como la señalización en el TMC de la cabina.
- El accionamiento del dispositivo activará el interfono existente en la puerta asociada, para permitir la comunicación entre el conductor y la persona que accionó la palanca.
- En todos los modos de conducción, la activación del dispositivo de señal de alarma tendrá como consecuencia lo siguiente:
 - Si el tren está detenido en una estación, el dispositivo de señal de alarma detendrá el tren en la estación y se abren las puertas y las mantiene en este estado.
 - Si inicia la marcha desde la estación sin alcanzar 50 Km/h, el dispositivo de señal de alarma detendrá el tren en la estación.
 - Si el tren está en movimiento (velocidad < 50 Km/h), el tren sigue su ruta hasta la próxima estación. Se detiene, se abren las puertas, las mantiene en este estado y bloquea el tren.
- La activación del dispositivo de señal de alarma será grabada en el dispositivo de grabación del tren (caja negra del Material Rodante).
- La solución técnica será validada por “**EL STC**” durante la fase de diseño preliminar.

5.4.2.3 **Condena de Puerta**

- En caso de avería del mecanismo de accionamiento de una puerta se podrá asegurar su cierre por medio de la llave de triángulo por el personal autorizado y continuar el servicio normal en las puertas restantes.
- Cada puerta tendrá un mecanismo que permita su condena individual.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 75 DE 168

- El accionamiento de este dispositivo podrá realizarse únicamente por el interior del coche por personal de "EL STC" y será señalizado en la TMC y registrado en el Registrador de Eventos indicando la ubicación de la puerta en ambos casos.
- Este sistema aislará solo el mando y el motor de puertas.
- Todas y cada una de las puertas de un coche podrán, ser bloqueadas por el conductor mediante un mecanismo automático a través de la IHM.
- Este sistema sólo aislará el mando y el motor de puertas, en ningún caso el bucle de puertas cerradas y enclavadas.
- El tren está equipado con un sistema o dispositivo para aislar el bucle de seguridad de puertas permitiendo la tracción en modo manual.
- El bloqueo de una de las puertas del tren será indicado al pasajero con una lámpara para información visual.
- En la etapa de diseño, "EL STC" validará junto con "EL LICITANTE GANADOR" la ubicación y el diseño de todos los puntos expuestos en este apartado.
- Por cada puerta se colocarán unas lámparas y un dispositivo audible en el interior de los coches para anunciar el cierre de puertas a los pasajeros con discapacidad visual o auditiva.

Estas lámparas estarán ubicadas en la parte central superior de cada puerta y encenderán en forma intermitente cuando sea anunciado el cierre de puertas. El color y la ubicación de las lámparas serán acordados entre "EL LICITANTE GANADOR" y "EL STC" durante la fase de revisión de diseños.

- En caso de tener un obstáculo al cierre de puertas, se mantendrá una fuerza de **450 daN** durante un tiempo programable (5 a 20 segundos), tras lo cual se tendrá una reapertura de **200 mm** aproximadamente. Enseguida la puerta cerrará, de forma automática y en caso de seguir el obstáculo se mantendrá la fuerza de cierre por un tiempo programable (**5 a 30 segundos**).
- Se mandará automáticamente por medio de la megafonía/voceo un mensaje pregrabado "PERMITA EL LIBRE CIERRE DE PUERTAS" y se indicará al CBTC y al conductor por medio de la informática embarcada de la existencia de obstáculos en alguna o algunas puertas y le indicará la posición de la puerta o las puertas obstruidas.

Asimismo, se comandará automáticamente la apertura únicamente de las puertas obstruidas: una vez que la puerta del pasajero ha parado el movimiento, el cierre adicional de la puerta requerirá otra activación del comando de cierre, que podrá realizarse desde el pupitre de conducción. El sistema permitirá ajustes a esta funcionalidad incluyendo si se requiere un cierre continuo hasta obtener el enclavamiento.

La información de la detección de obstrucción se enviará al TMS y al sistema CBTC.

El sistema es completamente programable. La secuencia de eventos que siguen a la detección de una obstrucción puede programarse para adecuarse a los requerimientos de "EL STC".

Por lo tanto, "EL STC" podrá realizar un ajuste fino en la propia instalación modificando los parámetros.

- El diseño del sistema de puertas no permitirá que los usuarios puedan introducir las manos u objetos que afecten la integridad física de los mismos o la operación del sistema, durante la apertura o cierre de las puertas.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su solución técnica la descripción detallada del sistema de puertas.

Los alojamientos de los mecanismos del sistema de puertas deberán ser concebidos de forma tal que se evite el paso del aire del exterior y lleve consigo polvo y otros contaminantes que puedan afectar su correcto funcionamiento.

En particular, sobre el equipo cabeza de serie se llevarán a cabo las pruebas para confirmar el cumplimiento de los requerimientos técnicos solicitados, antes de la fabricación de los trenes en serie; asimismo, se realizarán ensayos de banco para al menos 1,500,000 ciclos.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 76 DE 168

El diseño de umbrales o guías inferiores no deberá presentar aristas salientes que pongan en riesgo la seguridad de los usuarios o provoquen interferencia con las instalaciones fijas.

La resistencia estructural de las puertas, así como su mecanismo de suspensión y conjugación deberá ser ampliamente dimensionada y robusta para resistir los esfuerzos excepcionales producidos por sobrecupo o vandalismo a fin de mantener el sellado y paralelismo de las hojas.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá demostrar en la etapa de revisión de diseños que el sistema propuesto cumple con los requisitos de seguridad establecidos en el capítulo **“Seguridad”**, de esta especificación.

Asimismo, en la etapa de revisión de diseños **“EL LICITANTE GANADOR”**, deberá presentar los estudios amplios y detallados donde demuestre que se cumplirán cabalmente los requisitos de **“EL STC”** para el tipo de puerta propuesto. Las funcionalidades e informaciones del sistema de puertas que se interrelacionan con las puertas de andén deberán ser respetadas y se revisaran en la etapa de revisión de diseños.

5.4.2.4 **Acceso para operador del tren (desde el exterior)**

El tren presenta varios accesos desde la vía hacia el interior de los coches, ubicados en cada costado, en las puertas de extremidad de cada coche (y también en las puertas de cabinas).

El acceso a los carros se realizará mediante llave solo para personal autorizado tanto del exterior a nivel de andén como en zona de estacionamiento y talleres.

Para el desenclavamiento desde el exterior de un coche sólo se podrá realizar desde las puertas (primer derecha e izquierda) de extremidad de cada lado del coche.

Estas puertas, estarán diseñadas de tal manera que las hojas de las puertas puedan deslizarse manualmente.

De esta manera, el operador podrá acceder al interior del tren desde cualquiera de los lados de los coches.

Este dispositivo desenclava la puerta y está situado detrás de una protección transparente que tapa el dispositivo.

El dispositivo consiste en un mecanismo que debe girarse 90° en sentido horario mediante una llave para liberar la puerta.

El dispositivo suministra una señal a la unidad de control de puerta y hace que se desbloquee la puerta.

Se facilitará el ascenso del operador al interior del tren mediante un sistema de peldaños y pasamanos situados a los costados de las puertas de las cabinas.

5.4.3. **Dispositivo de liberación y desenclavamiento de las puertas en emergencia**

Dispositivo de liberación de las puertas en emergencia:

Este dispositivo es distinto del dispositivo de señal de alarma en coche.

En esta etapa de especificaciones se considera 2 dispositivos distintos:

- El dispositivo de señal de alarma en coche KFS
- El dispositivo de liberación de las puertas en emergencia.

Todas las puertas del tren disponen de un elemento de desenclavamiento mecánico, adyacente a la puerta, que podrá ser accionado manualmente en casos de emergencia siempre y cuando la velocidad del tren sea nula.

El dispositivo de liberación de emergencia permite desenclavar las puertas y estará situado en un lugar donde solo se tenga acceso por personal autorizado.

El dispositivo de emergencia consiste en un dispositivo mecánico, tipo palanca giratoria que debe girarse en sentido horario para desenclavar la puerta). El dispositivo de emergencia, suministra una señal a la unidad de control de puerta y hace que se desenclave la puerta.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 77 DE 168

Para rearmar la maniobra de emergencia (salir del estado de emergencia) y poner a cero la señal almacenada en la unidad de control, la puerta tiene que ser cerrada y enclavada manualmente, mediante la llave de servicio del personal.

Cuando el dispositivo de desenclavamiento mecánico se activa, el tren funcionará de la siguiente forma en función de su posición y estado.

- Si el tren está parado en inter-estación, la puerta no se libera en los modos automáticos de conducción.
- Si el tren está detenido en una estación, la activación del dispositivo inmoviliza el tren en la estación y libera la puerta asociada (pero no se abre por si sola).
- Para ambos casos, cuando las puertas están en posición abierta el sistema de tracción no permitirá el movimiento del tren en ningún modo de conducción ya sea desde el manipulador ni desde el sistema CBTC.

Si el dispositivo se activa en una puerta del lado entre-vía (opuesto a la pared del túnel), la unidad de control de la puerta energiza el motor de la puerta en la dirección de cierre, manteniendo la puerta cerrada hasta que el sistema CBTC o el conductor proporciona la liberación del lado de puertas. Cabe mencionar que el tren operando con el CBTC conoce el lado entre-vía. Cuando el tren opera manual, el lado entre-vía será dependiente del conmutador T1.

Si el tren está en movimiento, durante la activación del dispositivo de liberación de emergencia, el tren seguirá su ruta hasta su detención en estación o en inter-estación.

La unidad de control energiza el motor de la puerta en la dirección de cierre manteniendo la puerta cerrado hasta que el sistema CBTC o el conductor a través autoriza desde la IHM la liberación de las puertas.

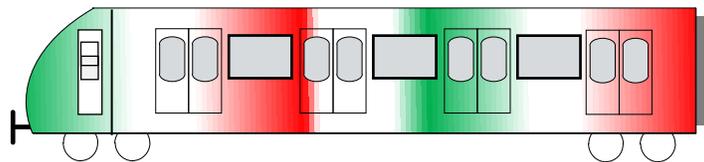
Independientemente de la ubicación del tren en la vía, cuando se activa el dispositivo de liberación de las puertas en emergencia, se manda una alarma a la cabina de conducción, así como a la consola del regulador en el PCC y se envía la señal de vídeo mediante el sistema CCTV embarcado, del área del coche del tren donde se activa el dispositivo. Además, el interfono de la puerta en que fue accionado se enlazará automáticamente con la cabina de conducción. La alarma y la señal de video se mandan también a la cabina del conductor.

5.5. VENTANAS

Dependiendo de la solución de puertas propuesto y aceptado por "EL STC", se instalarán las ventanas en cada costado, a una altura tal que permita que el pasajero, sentado o de pie, observe los rótulos y andenes de las estaciones.

Las ventanas a instalar deberán disponer de un cristal fijo y un cristal móvil abatible en una proporción 60/40, a 35° hacia el interior del carro. Deberán ser libres de mantenimiento, sin presentar averías que afecten su funcionamiento, salvo los desgastes propios del uso normal. La propuesta será validada por "EL S.T.C." durante la fase de revisión de diseños, a través de los ensayos correspondientes, incluyendo las pruebas de vibraciones, resistencia mecánica, estanqueidad y fatiga.

Esas ventanas son distintas de las ventanas de cada cabina.



Las ventanas se fijarán a la estructura mediante un sistema que garantice la estanqueidad, permita su fácil desmontaje y que ofrezca seguridad contra desmontajes accidentales por esfuerzos perpendiculares.

El diseño permitirá sustituir los cristales sin retirar las ventanas del coche.

Los cristales serán de seguridad, templados y su sujeción garantizará la estanqueidad.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 78 DE 168

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma **SNCF ST-250** o equivalente, además deberán contar con película anti rayado ("scratch") de 4 capas por la cara interna.

La película deberá cumplir con la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo correspondiente a la norma **EN 45545, categoría 2-N**.

En caso de emplear elastómeros se deberá cumplir con las normas **ASTM D-2000** o equivalente, clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545, categoría 2-N**.

La solución técnica será validada por "**EL STC**" durante la fase de revisión de diseños, a través de los ensayos correspondientes, incluyendo las pruebas de vibraciones, resistencia mecánica, estanqueidad y fatiga.

5.6. AISLAMIENTOS

Para evitar la transmisión de vibraciones, las paredes de los coches estarán provistas de un material aislante que no se deteriore por el contacto con solventes, envejecimiento o humedad, siendo aplicado en el interior del coche y bajo bastidor, en las zonas donde se requiera.

En las zonas generadoras de calor, se evitará su transferencia al interior de los coches, utilizando un material aislante adecuado.

Los materiales empleados para efectuar los aislamientos deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545 categoría 2-N**, correspondiente a la categoría de operación de Material Rodante.

El coche propuesto se deberá fabricar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el objeto de conseguir un nivel de ruido en el interior del coche inferior a **75 dB**, con base en la norma **ISO 3381**, para el procedimiento de medición.

5.7. REVESTIMIENTOS

Para el decorado interior, "**EL LICITANTE GANADOR**" deberá utilizar materiales de revestimiento que no necesiten pintura, que no presenten rugosidades, ni porosidades y que tengan características satisfactorias relacionadas con los siguientes aspectos:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia al fuego.
- Baja emisión de humos y gases tóxicos.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia al envejecimiento.
- Rigidez.
- Resistencia a la suciedad.
- Resistencia comprobada al grafiti y al rayado-grafiti.
- Facilidad de lavado.

Los materiales utilizados corresponderán en lo que se refiere a resistencia al fuego y emisión de humos de la norma **NF F 16-101, categoría A1**.

La propuesta definitiva de decoración interior del coche será definida conjuntamente por "**EL LICITANTE GANADOR**" y "**EL STC**", durante la fase de revisión de diseños. "**EL STC**" aprobará la decoración interior, así como los materiales seleccionados.

"**EL LICITANTE GANADOR**" incluirá en la etapa de revisión de diseños los certificados y documentación probatoria que demuestre las características de los materiales propuestos para revestimientos interiores de los trenes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 79 DE 168

5.8. PAREDES Y TECHO

Los revestimientos serán a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio que cumplan con las características antes indicadas, procurando utilizar el menor número de piezas para facilitar las labores de mantenimiento.

La fijación de los revestimientos se hará utilizando el menor número de juntas, molduras y tornillos. En el caso de requerirse el uso de tornillos estos serán de acero inoxidable del tipo antivandálico e imperdibles.

Para el caso de puertas deslizantes interiores se deberán colocar zoclos con bisagras tipo piano, de longitud suficiente, que permitan acceder a la zona de la petaca de cada puerta con facilidad, que permita el desalojo de basura acumulada; la apertura y cierre de este zoclo será con chapa accionada por llave de triángulo.

La fabricación y montaje de los revestimientos de paredes y techos deberá efectuarse de manera cuidadosa y no se permitirán separaciones mayores a 2 mm.

Las puertas de armarios y las dovelas deberán ser construidas con diseños robustos, articuladas con bisagras continuas de tipo piano y aseguradas con cerraduras rápidas accionadas con llave de triángulo.

Las dovelas se fabricarán en aluminio sin tratamiento superficial o de poliéster reforzado auto extingible y se utilizará el mínimo número posible de éstas para facilitar las labores de mantenimiento.

Las dovelas estarán provistas de una superficie suficiente para recibir planos de la red o anuncios publicitarios normalmente adheridos, que son sustituidos frecuentemente.

5.9. PISOS

El piso estará diseñado, para resistir, sin deformación permanente, una carga uniformemente repartida de al menos **700 kg/m²**. Su montaje asegurará la estanqueidad a fin de proteger la estructura de la caja contra la corrosión. Para tal efecto el recubrimiento del piso continuará subiendo al menos 5 centímetros en las paredes del coche.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá presentar durante la fase de revisión de diseños tres soluciones y materiales de entrepiso dentro de las cuales deberán incluir entre otras, paneles a base de resinas fenólicas considerando que los asientos y pasamanos estarán montados en cantiléver.

No se permite que el piso tenga perforaciones.

El entrepiso será de materiales de duración mínima de **4,500,000 km**, de un diseño tal que contemple el menor número de uniones a lo largo del coche, en lo ancho del mismo deberán ser elementos de una sola pieza.

Los materiales propuestos deberán ser resistentes a la humedad, dándole una protección especial a los cantos, juntas y puntos de fijación que garanticen su hermeticidad.

El entrepiso se recubrirá con un material flexible y antideslizante ampliamente probado en el campo ferroviario, lo cual será demostrado mediante documentos oficiales, durante la fase de revisión de diseños con una vida útil mínima de **2,500,000 km**.

Para la unión del entrepiso y el recubrimiento, se utilizarán adhesivos que resistan sin degradación alguna a las condiciones de temperatura, humedad, y esfuerzos mecánicos o térmicos teniendo especial cuidado en los bordes y uniones, garantizando que no exista el fenómeno de laminación por efecto de temperatura. La solución técnica será validada por **"EL STC"** durante la fase de revisión de diseños, a través de las pruebas correspondientes.

Las juntas entre los componentes del recubrimiento del entrepiso deberán utilizar selladores.

El recubrimiento del entrepiso podrá ser de una sola pieza y máximo dos a lo largo del coche y de gran facilidad de limpieza, para lo cual su superficie no tendrá relieves, rugosidades, ni porosidades.

Se instalará de forma tal que garantice la estanqueidad total.

El material del piso y las estructuras circundantes deberán permitir una limpieza con agua y jabón, sin que resulte deteriorado. A este efecto, no se permitirá ninguna trampa en el piso, previéndose el desalojo del agua por los drenes dispuestos en las puertas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 80 DE 168

El recubrimiento y el entrepiso tendrán características de resistencia al fuego y emisión de humos cumpliendo con la norma **NEN 45545 Categoría 2-N**.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá demostrar mediante pruebas en laboratorio especializado que el piso cumple con esa norma.

Durante la fase de revisión de diseños, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá realizar las pruebas que demuestren el cumplimiento de las normas especificadas. Así como entregar el procedimiento detallado del cambio del recubrimiento, que dé cumplimiento a estas especificaciones.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir, en su solución técnica, las características de los materiales propuestos, tanto del entrepiso como del recubrimiento del entrepiso que dan cumplimiento a estas especificaciones.

5.10. SALÓN DE PASAJEROS

El salón de pasajeros se diseñará tomando en cuenta la disposición de asientos, pasamanos, puertas y ventanas, a fin de procurar un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación de pasajeros, máxima capacidad, ausencia de recodos y aristas vivas, así como un adecuado nivel de iluminación y de ventilación, los cuales serán especificados posteriormente.

5.10.1. Asientos

La distribución de asientos para los pasajeros se diseñará para cumplir con lo indicado en los capítulos **“Composición de los Trenes”, “Dimensiones de los Trenes” y “Definición de Peso y Carga para los Cálculos del Desempeño de los Trenes”**.

Los asientos estarán colocados en cantiléver, en módulos de diseño confortable y adecuado para la antropometría mexicana. El diseño deberá ser puesto a consideración de **“EL STC”** en la etapa de revisión de diseños.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir, en su solución técnica, al menos tres esquemas o dibujos (“Rendering 3D”) diferentes de la distribución de asientos de pasajeros con base en el contenido de la presente especificación siendo uno de ellos el tipo “banca” con asiento antideslizante.

Los asientos serán fabricados en materiales que garanticen alta resistencia mecánica, de diseño anatómico para la antropometría mexicana, modular y de calidad auto extingible que cumpla con la norma **NF F 16101, categoría A1** o equivalente.

El color será definido durante la fase de revisión de diseños.

El asiento estará diseñado para resistir a los esfuerzos transmitidos por los pasajeros sentados y de pie.

El montaje y desmontaje de los asientos será sencillo, sin necesidad de retirar otros accesorios. El conjunto de asientos será de mantenimiento nulo.

La estructura del asiento deberá ser robusta.

En caso de tener partes visibles estarán construidas de acero inoxidable.

Las demás partes deberán ser protegidas con pintura anticorrosiva.

De acuerdo a la solución adoptada, los asientos dispuestos en la proximidad de los pasillos deberán contar con un asa de acero inoxidable que utilizarán los pasajeros de pie.

No se permite la fijación de las estructuras de los asientos a los revestimientos, la solución técnica será puesta a consideración de **“EL STC”** durante la fase de revisión de diseños.

En caso de asientos fabricados en material termoplástico, el color deberá estar integrando al pigmento de la resina del material utilizado en la fabricación de los mismos. Por lo que no se acepta la aplicación de pintura sobre los asientos.

Durante la fase de revisión de diseños, sobre prototipos se realizarán pruebas de resistencia mecánica, comportamiento al fuego, decoloración y resistencia a agentes químicos, entre otros.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 81 DE 168

5.10.2. Espacio exclusivo para usuarios con silla de ruedas y/o con discapacidad motriz

En cada coche con cabina de conducción del tren se deberán incluir dos espacios exclusivos y acondicionados para dos usuarios en silla de ruedas, con las prestaciones necesarias que faciliten su acceso y permanencia con toda la seguridad requerida, estos espacios se ubicarán en la parte delantera del salón de pasajeros y deberán incluir: pasamanería especial, asientos abatibles, interfono, dispositivos de fijación para sillas de ruedas, entre otras, etc...

“EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar al menos dos propuestas en su solución técnica donde demuestren el cumplimiento a este requerimiento.

En la etapa de revisión de diseños se acordará a detalle las características de la solución a implementar.

Botón "Retraso de cierre puertas":

En este espacio se ubicará un botón de fácil acceso al usuario discapacitado que tendrá la función de indicar el lado donde se van a abrir las puertas del tren a la próxima parada y de retrasar de unos 20 segundos (configurable por personal de mantenimiento de "EL STC" entre 10 y 40 segundos por paso de 1 segundo) el cierre de la puerta la más cerca del espacio exclusivo y del lado correspondiente en esta próxima parada.

5.10.3. Ventilación Forzada

5.10.3.1 Descripción general

El salón de pasajeros contará con un sistema de ventilación que permita alcanzar el caudal mínimo de 16,000 m³ /h con una tasa de aire del exterior del 80% y 20% de aire reciclado. Para la succión del aire se preverán ductos de canalización de aire que fuercen el paso de aire a través de filtros y tomas adecuadamente dimensionadas provistas de trampas de polvo y agua en el techo del carro. La eficacia de la ventilación, caudal y repartición en el salón de pasajeros será validada por “EL S.T.C.” durante la fase de revisión de diseños.

Los difusores deberán garantizar una adecuada distribución del aire en el interior del carro.

Se instalará un sistema de ventilación forzada en la cabina de conducción, el cual deberá ser silencioso. Se preverá que el conductor pueda seleccionar el nivel de velocidad deseada, que incluya filtros de carbón activado de amplia duración que asegure el flujo de aire limpio e inodoro. El accionamiento de la ventilación solo será posible una vez que se tengan tomados los mandos en la cabina de conducción.

El control de la operación del sistema de ventilación de pasajeros de cada carro estará gobernado por un control de temperatura ajustable desde la terminal de cabina, con acceso solo por personal autorizado de mantenimiento.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir, en su solución técnica, el estudio del sistema de ventilación del salón de pasajeros y de cabina, mediante el cual demuestre el cumplimiento de esta especificación.

Para operaciones de revisión o de mantenimiento, los equipos deberán tener plena accesibilidad.

La alimentación eléctrica de los grupos de ventilación de cada carro se efectuará, preferentemente, mediante el convertidor estático a 220 VCA trifásica 60 Hz.

El grupo de ventilación deberá estar instalado en un ensamble compacto, de tal modo que asegure una operación exenta de vibración que pudiera transmitirse a la estructura.

Los equipos deberán satisfacer los rangos aceptables de ruido y vibración que se han especificado para el tren.

5.10.4. Pasamanos

En el salón de pasajeros se ubicarán convenientemente pasamanos en cada puerta, en la zona de asientos y pasillo de intercurrencia, a fin de complementar la seguridad de los usuarios.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 82 DE 168

Estos pasamanos se construirán con elementos tubulares de acero inoxidable, pulido con acabado mate que mejore la sujeción de los pasajeros, de una resistencia mecánica adecuada a los requerimientos de carga.

En los casos que se requiera la unión de dos apoyos se emplearán elementos compactos con componentes de fijación oculta, elaborados en acero inoxidable que permitan realizar su montaje y desmontaje sin necesidad de retirar columnas u otros elementos.

Toda la tornillería que deba quedar expuesta será del tipo antivandálico y del material antes indicado.

La distribución de pasamanos se incluirá en las simulaciones dinámicas del salón de pasajeros, a presentar por parte de **"EL LICITANTE GANADOR"** a **"EL STC"** durante la fase de revisión de diseños.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su solución técnica, al menos tres esquemas o dibujos diferentes para la distribución de pasamanos en el interior de los coches, tomando en cuenta el flujo de pasajeros, la distribución del peso y este de acuerdo a la antropometría del mexicano. Incluyendo pasamanos en los marcos del pasillo de inter circulación.

5.10.5. Pintura

Los elementos de la estructura del coche que así lo requieran, deberán protegerse contra la corrosión por medio de pintura de características y espesor adecuados para resistir a la intemperie, previa preparación de las superficies por medios mecánicos o químicos, a fin de asegurar la correcta adherencia de los materiales, conforme a lo indicado en las normas de la serie **UIC 842** o equivalentes.

La pintura exterior de la caja será de poliuretano de acuerdo al diseño que se acuerde con **"EL STC"** en la etapa de revisión de diseños, pudiendo presentarse otras alternativas que garanticen una máxima resistencia a la intemperie, a los solventes y a las condiciones operativas y ambientales por un período mínimo de 15 años o **2,500,000 km**.

La pintura deberá incluir una capa final de alta resistencia al grafito y al raspado, permitiendo una eliminación fácil de los grafitos sin afectarla, indicando en la etapa de revisión de diseños las características de los materiales de limpieza, que puedan ser empleados para su eliminación.

Los colores empleados serán según la norma **UNE 48103, RAL** o equivalente. Los colores y el diseño serán los que **"EL STC"** determine durante la fase de revisión de diseños.

"EL LICITANTE GANADOR" incluirá, en su solución técnica, al menos cinco diseños de pintura exterior del coche, en todos ellos deberá incluir el color naranja representativo de **"EL STC"**, mediante dibujos y diagramas en los que se puedan apreciar claramente los distintos colores utilizados y soluciones de diseño que se propongan, así como las especificaciones técnicas de los productos propuestos.

5.10.6. Señalización Exterior Luminosa

Sobre los costados de los coches se ubicarán lámparas de señalización de puertas abiertas (de color ámbar) y lámparas de accionamiento de señal de alarma (de color rojo).

Estos señalamientos deberán ser herméticos, según norma de grados de protección determinados para cubiertas **IEC 60529 código IP56** y fabricarse con tecnología de diodos emisores de luz (LED), perfectamente visibles desde la cabina de conducción.

La señalización de puertas abiertas y la señalización del accionamiento de señal de alarma serán señaladas localmente en el coche y de manera general al PCC y en el monitor de la cabina de conducción.

La ubicación de la señalización local exterior será en la parte central superior de los costados del coche.

En cada coche se tendrá una señalización exterior visible al conductor que indique si en ese carro existe un freno de estacionamiento aplicado.

5.10.7. Iluminación Interior del Salón de Pasajeros

El sistema de iluminación de pasajeros deberá ofrecer y brindar al usuario, una sensación de comodidad, seguridad y bienestar, asegurando, además, en caso de emergencia, un nivel de iluminación de acuerdo a las normas **IEC** o equivalentes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 83 DE 168

La iluminación del salón de pasajeros de los trenes será del tipo diodos emisores de luz, considerando los siguientes aspectos:

- Iluminación normal. Este sistema ofrecerá una iluminación sin efectos de sombra y su alimentación se hará a partir de un convertidor estático. Este sistema se apagará después de dos minutos de haberse perdido la tensión generada por un convertidor estático del elemento correspondiente.
- La luminaria será diseñada con materiales que favorezcan la reflexión de la luz, empleando diodos emisores de luz, en tono blanco cálido, y con una vida útil mínima de **60,000 horas**, de fácil adquisición en el mercado nacional y será alimentada por medio de un driver o convertidor externo.
- Iluminación de emergencia. Las luminarias seleccionadas para la iluminación de emergencia forman parte de la iluminación normal operando en forma permanente, ya que se mantendrá encendido ante la ausencia de tensión tracción, brindando al usuario la iluminación mínima indispensable para su seguridad y desplazamiento, durante por lo menos **30 minutos**.
- Cada luminaria del sistema de iluminación de emergencia empleará tubos con diodos emisores de luz, en tono blanco neutro (4,100 k), y con una vida útil mínima de 60,000 horas, de fácil adquisición en el mercado nacional y será alimentada por medio de un driver o convertidor externo que se alimentará a través de la tensión de la batería. Considerándose un **25 %** del total de las lámparas de iluminación normal para este tipo de iluminación en cada coche, distribuidas uniformemente a lo largo del mismo.
- El **"LICITANTE GANADOR"** puede contemplar una alimentación de la iluminación de emergencia directamente desde la batería. (lámpara LED de corriente continua).
- Las lámparas serán del mismo tipo estrictamente, tanto para la iluminación de emergencia como para la iluminación normal.

La iluminación del salón de pasajeros estará disponible a partir del accionamiento del botón de encendido de los trenes, en presencia de baja tensión y tensión de tracción.

Al iniciarse la energización de los trenes funcionará la iluminación de emergencia y al lograrse la operación de todos los equipos auxiliares del tren deberá operar normalmente la iluminación del salón de pasajeros.

"EL LICITANTE GANADOR" propondrá un sistema de ahorro de energía para la iluminación del salón de pasajeros en caso de un tren en garaje o estacionado sin pasajeros.

Los niveles de iluminación serán acordados con **"EL STC"** en la etapa de revisión de diseños.

Las luminarias deberán garantizar una excelente estanqueidad al polvo y humedad, y los difusores una accesibilidad inmediata que permita el reemplazo rápido de los tubos/lámparas de alumbrado, con base a diodos emisores de luz.

Estos difusores y demás elementos plásticos de la luminaria deberán cumplir con la norma **EN 45545, categoría 2-N**.

El aseguramiento de las luminarias será por medio de una cerradura compacta e imperdible.

Por ser una innovación para los trenes del Metro de la Ciudad de México se dará un seguimiento a detalle desde la propuesta, el diseño y la operación, con el fin de analizar, verificar y aprobar todas y cada una de las etapas que se constituyan para cumplir esta solicitud; la evaluación y validación será a través de un grupo técnico del Metro, hasta cumplir con lo solicitado por **"EL STC"**.

"EL LICITANTE GANADOR", en su solución técnica, deberá entregar a **"EL STC"**; durante la fase de diseño, las simulaciones dinámicas de un recorrido virtual en 3D a lo largo de todo el tren tanto en el interior como en el exterior, mismas que permitan valorar las distintas soluciones presentadas para todos los componentes y sistemas de la caja.

5.10.8. Cableado de Tensión Tracción y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y corriente de los mismos.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 84 DE 168

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en un ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes.

Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características.

Los cables deberán soportar también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los cables deberán ser de uso comprobado para trenes de metro.

Dado que las características del cableado de tensión tracción y baja tensión son diversas, deberán cumplir, conforme a su aplicación, con las normas **UIC 895 OR**, **IEC 61034**, **IEC 60754** o equivalentes.

La cubierta aislante de los conductores deberá ser cero halógenos, con las mejores características mecánicas, eléctricas y químicas.

De acuerdo con el diseño del tren, los cables que así lo requieran deberán estar blindados para evitar interferencia electromagnética. Se deberán respetar los requerimientos respecto al tipo de cableado y procedimientos de instalación de el fabricante del CBTC según sus especificaciones.

En la cubierta del aislamiento se deberán indicar los siguientes datos: tensión nominal del cable, tipo de aislamiento, clase y sección nominal del conductor. Asimismo, tendrán una nomenclatura que identifique el origen y destino del circuito de la conexión de referencia.

La separación máxima entre el final de una inscripción y el comienzo de la siguiente será de **50 cm** y se aplicará con tinta indeleble sobre la cubierta exterior.

El cableado de los diferentes circuitos se instalará de tal manera que no dificulte su montaje y desmontaje en los coches, considerando los siguientes criterios:

- Todos los cables unitarios, arneses y cables múltiples deberán estar etiquetados en sus extremos, de acuerdo con los esquemas eléctricos y de cableado correspondientes, estos señalamientos deberán ser perfectamente visibles sin degradación apreciable al paso del tiempo.
- El cableado bajo bastidor estará colocado en canaletas, excepto las acometidas a los diferentes equipos.
- Se deberán utilizar canalizaciones para proteger el cableado en las zonas que lo requieran y así evitar toda posibilidad de roce de los cables con partes metálicas.
- Los cableados de los circuitos de tensión tracción y baja tensión, directa y alterna, así como los circuitos de seguridad y comunicación, serán totalmente independientes entre sí. El diseño de los cables y de los conectores debe impedir que los hilos o las terminales en los conectores relacionados con las informaciones de seguridad tienen la misma polaridad con el hilo más cerca.
- Las terminales de conexión que se propongan, incluyendo las aplicadas a presión o las de tipo clema (tipo wago con resorte) sin tornillo deberán garantizar la continuidad bajo las condiciones de operación, asegurando que las vibraciones no afecten su funcionamiento, mismas que serán sometidas a consideración de "**EL STC**" durante la fase de revisión de diseños.
- Las tabillas de conexión deberán contar con identificaciones que permitan una rápida instalación de los cables, para facilitar las intervenciones de mantenimiento.
- En caso de utilizarse fundas destinadas a contener los cables, el material de éstas deberá ser resistente al calor y sin generación de humo, de conformidad con la norma **EN 45545, Categoría 2-N**.
- Las uniones eléctricas entre los equipos instalados en los bastidores de la caja y en los bogíes, serán realizadas por medio de cables de longitud apropiada, rematados en cada extremidad por una toma de contactos múltiples que permita su cambio rápido durante el mantenimiento.
- Con el fin de permitir reparaciones eventuales y evitar esfuerzos mecánicos en las conexiones de los circuitos de baja tensión deberá considerarse, en cada conexión, una longitud suplementaria de por lo menos **12 cm** en cada extremo del cable.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 85 DE 168

- Para asegurar que no existan daños en los elementos de sujeción de los distintos equipos de la caja y del bogie debido al paso de corriente, se deberán instalar trenzas conductoras suficientes entre la caja-bogie, caja-cofres, bogie-motores, entre otros, para asegurar su eficiente y correcta puesta a tierra.
- Todo el cableado de tensión tracción deberá canalizarse en trayectorias bajo bastidor. Queda estrictamente prohibido su conexión o paso por los armarios del interior de los coches.
- A fin de evitar daños al cableado por falla de algún neumático (desprendimiento de Cima) portador queda estrictamente prohibido pasar charolas y/o cables en la carrocería cercanos a los neumáticos.

5.10.9. Acopladores Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acopladores eléctricos removibles.

Los acopladores eléctricos estarán formados por cables del tipo múltiple con funda resistente a solventes, lubricantes y a la intemperie.

El alojamiento de las bases de los acopladores, previsto en las cajas, deberá proteger adecuadamente la unión base-acoplador a fin de evitar su exposición al agua ya sea por lluvia o a su paso por la vía de lavado.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren, previendo una reserva mínima del 15% de hilos por acoplador y tipo de aplicación que instalándose el cableado durante la fabricación quedarán disponibles para futuras aplicaciones.

Los acopladores eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a la toma instalada en los extremos de las cajas garantizando la estanqueidad según norma de grados de protección determinados para cubiertas **IEC 60529 Código IP56**.

Cada toma tendrá una guía de conexión y un seguro que evite su desconexión, así como una fijación cercana a la toma, que actúe sobre los acopladores, para impedir el libre movimiento de estos durante la operación del tren.

Las tomas instaladas sobre el frente de los coches contarán con una tapa que impida la filtración y escurrimiento de agua, que permitan un fácil acceso a los acopladores eléctricos para su mantenimiento.

La longitud y flexibilidad de los cables acopladores entre coches deberá ser suficiente para evitar que se vean sometidos a esfuerzos mecánicos durante la operación de los trenes.

En función del diseño del tren, los acopladores eléctricos deberán incorporar cables blindados para protección contra interferencias electromagnéticas.

5.10.10. Elementos de Protección Eléctrica

Todos los equipos eléctricos de tensión tracción y baja tensión estarán protegidos por elementos que eviten daños en caso de sobretensión, sobrecorriente y cortocircuitos.

Los elementos de protección se ubicarán en lugares de fácil acceso y estarán debidamente identificados, incluyendo la nomenclatura de los cables conectados.

En todos los circuitos de corriente alterna y directa de baja tensión se elegirán magneto-térmicos de rearme manual.

“**EL LICITANTE GANADOR**”, en la fase de revisión de diseños, justificará la capacidad y tiempos de respuesta de los diferentes elementos de protección empleados en el tren. Los elementos de protección serán de aplicación ferroviaria.

5.10.11. Equipos y Arreglos Diversos

Los elementos que a continuación se mencionan estarán previstos sobre el exterior de las cajas:

- Umbrales de un material de alta resistencia al desgaste en la parte inferior del marco de las puertas de costado y de cabina.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 86 DE 168

- Un estribo y dos pasamanos que permitan el acceso a la cabina desde el nivel de la vía, cuidando el aspecto ergonómico y la media de los conductores de "EL STC".
- Sobre cada montante de puertas de acceso a pasajeros deberá colocarse un perfil de hule o de material similar de protección para evitar que los pasajeros introduzcan accidentalmente los dedos en el alojamiento de puertas.
- Todos los coches contarán con un bota-agua continuo en la parte superior e inferior de los costados. Para el caso de los coches con cabina el bota-agua se extenderá hasta las puertas de la cabina de conducción.

Los órganos mencionados a continuación estarán previstos en el interior de los coches, se mencionan de manera informativa más no limitativa:

- Una escalera de socorro en cada coche. El diseño y localización serán sometidos a consideración de "EL STC" durante la fase de revisión de diseños, conteniendo al menos, las características de huellas para apoyo del pie con superficie antideslizante y barandal plegable.
- Un dispositivo de emergencia, cerca de cada puerta de acceso a usuarios y en el interior de la cabina.
- En los coches remolque no se requiere instalar un conmutador de traspaso de batería. Por lo que se debe prever un bus de baja tensión a todo lo largo del tren y en caso de falla del convertidor estático, se preverá un Contactor de traspaso de corriente alterna que actuará en forma automática.
- En los coches remolque se deberá instalar un conmutador de aislamiento del compresor.
- En los coches motrices se deberá instalar un conmutador de aislamiento de la tracción.
- En el coche remolque central se deberá instalar un conmutador de aislamiento de líneas de tren, para que en caso de un corto circuito se pueda aislar un extremo del tren y continuar la marcha con sus propios medios, desde la cabina opuesta al incidente.

Estos aparatos más otros que se requieran en la operación del tren serán definidos en cuanto a su funcionamiento y características en la etapa de revisión de diseños entre "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR".

5.10.12. Inscripciones y Placas

Las inscripciones exteriores e interiores serán acordadas entre "EL LICITANTE GANADOR" y "EL STC" durante la fase de revisión de diseños.

Se deberán disponer en la caja los siguientes elementos de identificación, se mencionan a título informativo más no limitativo:

Identificaciones exteriores:

- Número de coche en la parte inferior delantera y trasera de los costados de los coches.
- Número de coche en la parte frontal de la cabina, visible a 100 m.
- Placa metálica del fabricante, que contenga el nombre y/o anagrama del mismo, así como el año de construcción del tren y número de coche (la placa debe ser legible desde el exterior y a una distancia de mínima de 2 metros).
- Señalamiento de accionamiento o de aislamiento del freno de estacionamiento.
- Señalamiento de las posiciones de las válvulas de aislamiento del conducto de equilibrio.
- Señalamiento de puntos de apoyo para levante, incluido los de encarrilamiento.
- Placas de identificación y de seguridad de los cofres laterales, bajo bastidor, señalando los principales equipos que contienen.
- Señalamiento sobre puertas de acceso "ANTES DE ENTRAR PERMITA SALIR".
- Señalamiento de los acopladores de líneas de tren.

	<p>TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</p>	 <p style="font-size: small;">GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</p>
<p>No. Clave:</p>	<p>HOJA: 87 DE 168</p>	

- Señalamiento de puntos de lubricación de la corona de rodamiento de la unión caja – bogíe (si se utiliza este tipo de sistema).

Identificaciones interiores:

- Placas del fabricante.
- Número de serie.
- Número del coche.
- Placas de las palancas de emergencia en acero inoxidable.
- Señalamiento en los cristales de las puertas: “POR SU SEGURIDAD NO RECARGARSE” Y “ANTES DE ENTRAR PERMITA SALIR”.
- Señalamiento “NO FUMAR”.
- Señalamiento que indique los espacios para discapacitados, para mujeres embarazadas y adultos mayores.
- Plano de la Línea 1 donde circularán los trenes, debidamente protegido (logotipos de estaciones).
- Plano actualizado de la red de “**EL STC**” debidamente protegido.
- Placa de acero inoxidable donde este grabado el Reglamento de “**EL STC**” para los usuarios. Se podrá proponer a “**EL STC**” otro sistema para la colocación del Reglamento.

Todos los señalamientos de los dispositivos o accesorios que deberá operar el conductor o el personal de mantenimiento de “**EL STC**”, serán de material altamente reflejante (visible con bajos niveles de iluminación) de alta resistencia y vida útil. Todos los señalamientos de seguridad y los señalamientos de equipos que debe operar el conductor y/o los usuarios deben ser de tipo fotoluminiscente y fácilmente visibles aún en condiciones de oscuridad. Los señalamientos exteriores serán colocados antes de la aplicación de la capa de protección anti grafiti.

Se utilizarán pictogramas oficiales, el diseño y ubicación serán acordados entre “**EL STC**” y “**EL LICITANTE GANADOR**”.

Todos los rótulos serán redactados en idioma español.

Los dispositivos de encendido del tren y de encendido de la iluminación de la cabina deberán contar con una señalización foto luminiscente.

Todos los aparatos mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos, incluyendo los paneles de equipos, serán rotulados de modo que el personal de conducción y de mantenimiento pueda identificarlos fácilmente. Las placas rotuladas con relieve serán resistentes al rayado y de fácil limpieza.

Las identificaciones interiores y exteriores de los coches deberán estar debidamente protegidas contra vandalismo e intemperie.

Las características, cantidades, dimensiones de cada señalamiento serán acordadas en la etapa de revisión de diseños entre “**EL STC**” y “**EL LICITANTE GANADOR**”.

5.11. CONDUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL MATERIAL RODANTE

5.11.1. Estados de Material Rodante

Las unidades pueden estar en diferentes estados según su situación.

a) Modo 0. Estado dormido/apagado:

- El modo apagado es definido para limpieza y mantenimiento. La unidad está detenida en el garaje y hay un mínimo de sistemas activos (tal como CBTC, Interfonia, CCTV, dispositivo de señal de alarma, etc.). La única tensión disponible es aquella que proviene desde las baterías a bordo. Con ellas, se pueden encender las luces interiores.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 88 DE 168

- Las luces se podrán encender cuando haya suficiente energía en las baterías y el personal de mantenimiento o limpieza lo requieran. Las luces se apagan automáticamente cuando la protección de batería baja es activada.
- Por otro lado, también estarán disponibles los equipos necesarios para reconocer la orden de preparación del tren, bien de forma remota por el sistema CBTC o de manera local por un operador.
- No existe restricción de disponibilidad de la unidad.

b) Modo 1. Estado despierto/encendido:

Un tren se considera como encendido en las siguientes condiciones:

- Existe baja tensión preparada o permanente.
- El tren queda en condiciones aptas para poder moverse por sus propios medios y todas las pruebas fueron realizadas.
- Son alimentados con baja tensión permanente los equipos necesarios para reconocer la orden de apagar el tren, ya sea de forma remota por el sistema CBTC o de manera local por un operador.
- El encendido puede ser efectuado con o sin tensión tracción. Si una de las condiciones es insatisfactoria, se inhibirán los movimientos del tren.

Hay un número de equipos y sistemas en operación:

- Radio Tetra
- CBTC
- Sistema de control y monitoreo del tren
- Detección de incendio. Cuando se detecta una alarma de incendio en la unidad, se envía un aviso de emergencia al PCC mediante el sistema CBTC y/o COM.
- Sensores de medición de temperatura interior
- Sistema de medición de batería baja
- Etc...

c) Estado inicio de marcha (Tren listo para el servicio):

En este modo, la unidad está preparada para salir a la línea. Los autodiagnósticos se han realizado de forma exitosa en el tiempo especificado y la tubería de aire comprimido está llena.

Una vez se ha comprobado que los equipos funcionan de manera correcta, el compresor empieza a producir aire comprimido y aumentar la presión de la tubería. La presión inicial de aire comprimido sube de **0 bar** a **8.5 bar** en menos de **5 minutos**. La presión inicial de aire comprimido de arranque de los compresores y todo el auto test se realizará en menos de **90 segundos**.

Los siguientes equipos están activos en este modo:

- Radio Tetra
- Sistema de control y monitoreo del tren.
- Sistema de detección de incendios.
- Convertidor auxiliar y cargador de batería. En este modo, la batería es cargada por el cargador de batería.
- Ventilación forzada

En el momento de inicio de operación la siguiente secuencia está programada:

- Se cierra el disyuntor
- El inversor de tracción comienza su funcionamiento

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 89 DE 168

- El convertidor auxiliar y cargador de batería se pone en funcionamiento
- Se encienden los compresores de aire de la unidad
- Se encienden los equipos de ventilación forzada
- Se encienden las luces del salón de pasajeros
- Etc...

d) Estado de falla:

Cuando se realiza el autodiagnóstico inicial y se verifica que existe una anomalía, se considera que la unidad está en estado de falla. En este caso una alarma de falla es transmitida al PCC y a la cabina de conducción y se decidirá de las medidas necesarias a tomar.

5.11.2. Cabina de Conducción

Las cabinas de conducción estarán concebidas y dimensionadas de modo que el personal operativo y de mantenimiento pueda realizar su función con eficacia y seguridad.

Todos los elementos constitutivos de la cabina deberán ofrecer características de fabricación contra el vandalismo, condición que será confirmada durante la revisión de diseños y la fase del inicio de la fabricación.

Las cabinas de conducción serán lo suficientemente amplias para que los movimientos del personal se efectúen sin dificultad, por lo que deberán evitarse obstáculos que dificulten dichos movimientos.

En el exterior, de cada lado de cada cabina, se equipará de un espejo de accionamiento automático para permitir a un conductor sentado en la cabina ver el acceso de los usuarios a través de las puertas de los pasajeros.

En la cabina se instalará un parabrisas, que asegure al personal una excelente visibilidad de la vía y la señalización, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la norma **UIC 617.7** o equivalente.

El parabrisas será de cristal templado, laminado de seguridad y será entintado en su parte superior.

El cristal se montará por el exterior de la cabina por medio de un sistema que garantice la fijación y estanqueidad permanente.

El parabrisas deberá resistir impactos de acuerdo a lo establecido en la norma **UIC 651** o equivalente.

El equipamiento y revestimientos de cabina deberán diseñarse para un correcto desempeño contra el fuego, emisión de humos y toxicidad de estos, de calidad auto extingible que cumpla con la norma **EN 45545, categoría 2-N** o equivalente.

El parabrisas debe contar con película anti rayado/raspado por ambas caras.

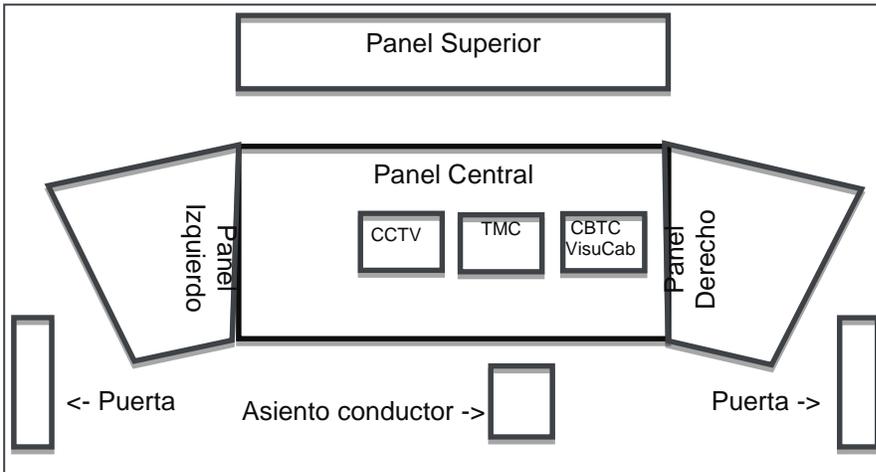
Los siguientes elementos y/o equipos deberán ser instalados en la cabina de conducción, mismos que se indican a manera informativa más no limitativa:

- Un extinguidor del tipo ABC y otro de agua ligera, los cuales estarán alojados dentro de un nicho en la pared posterior de la cabina debiendo ser colocados sobre el piso de manera accesible y en posición vertical. La fijación de éstos será firme y de fácil desmontaje y no deberán obstaculizar el tránsito del personal en la cabina.
- Un limpiaparabrisas de accionamiento eléctrico, ampliamente probado en el campo ferroviario, con control de velocidad variable y dosificador de agua.
- Por el frente, un parasol tipo cortina de tejido semitransparente y características ignífugas, de operación manual, de uso rudo y ajustable a cualquier posición entre el mínimo y máximo de su accionamiento, para evitar el deslumbramiento al conductor en vías superficiales.
- Dos pasamanos verticales exteriores situados cerca de las puertas laterales de cabina.
- Un dispositivo con los números de las matrículas de los coches que constituyen el tren.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 90 DE 168

- Perchero para saco o abrigo que no obstruya algún equipo o señalización de la cabina (a espaldas del conductor).

5.11.3. Pupitre de Conducción



Esquema de cabina (no contractual)

Cada cabina contará con un pupitre de conducción en el cual se instalarán los aparatos de mando control y señalización del tren.

Con objeto de no sobrecargar el pupitre los aparatos que no tengan uso frecuente en la conducción deberán situarse en un panel superior.

Asimismo, se deberá respetar la distribución de aparatos establecida en el capítulo **“Equipos y Accesorios de Cabina”**, considerando la antropometría mexicana y la ergonomía de la cabina.

El conjunto del pupitre debe ser resistente a los rayados y golpes, estético y hermético, los materiales empleados serán del tipo inastillable, fácilmente lavables, que no se decoloren con el uso frecuente ni con el tiempo y sean resistentes a la abrasión.

Todos los equipos de instrumentación deberán estar cubiertos por materiales resistentes al impacto y con protección anti rayado, que permitan la fácil lectura.

Los aparatos de mando de utilización frecuente estarán dispuestos de modo que puedan ser accionados cómodamente por el conductor desde el asiento.

Los aparatos de control estarán situados frente al conductor de modo que queden dentro de su campo de visión y maniobra.

Todas las señales luminosas serán con diodos emisores de luz, pantallas de LED o equivalente (con control automático de intensidad luminosa) o de un sistema equivalente que permita su visibilidad aún a plena luz del día y con mucho sol (rasante o no).

La disposición y montaje de aparatos dentro del pupitre de conducción será de modo que las operaciones de mantenimiento y sustitución de aparatos puedan efectuarse con facilidad, sin necesidad de realizar el desmontaje previo de otros equipos.

El botón de mando de anuncio y cierre se instalará de tal manera que permita al conductor vigilar el acceso de los usuarios. Esos botones estarán ubicados en cada extremo del pupitre de conducción y a ambos lados del tabique de cabina. (Total= 4 botones por cabina). Las 2 funciones, de mando de anuncio y de cierre, serán "agrupadas" en un solo botón.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 91 DE 168

5.11.4. Asiento del Conductor

El conjunto del asiento del conductor deberá ser ergonómico, cómodo, compacto y de altura regulable, estará situado convenientemente para permitir al personal el acceso a todos los elementos necesarios para la conducción, el control del tren y el fácil desplazamiento en el interior de la cabina.

El asiento deberá replegarse automáticamente y formará un conjunto resistente, debiéndose fabricar con materiales de calidad auto extingible y libre de mantenimiento.

La fijación del mismo debe realizarse directamente al bastidor mediante un sistema de adecuada resistencia mecánica. **"EL LICITANTE GANADOR"** deberá incluir en su solución técnica, al menos tres esquemas o dibujos diferentes de acuerdo a la antropometría del mexicano. **"EL STC"** aprobará la solución que le convenga.

5.11.5. Puertas de Acceso a Cabina

La cabina de conducción tendrá acceso por los costados mediante puertas deslizantes con accionamiento eléctrico provistas de una chapa (electrónica-mecánica) y manija interior.

La cabina de conducción tendrá acceso al salón de pasajeros por una puerta de intercomunicación tipo "va y viene" también provista de chapa (electrónica-mecánica) y cerradura de accionamiento electrónico y manual.

Las chapas de las puertas laterales serán idénticas con accionamiento por e-botón (estrictamente compatible con el sistema e-botón de los trenes de la Línea 1). Ver descripción en el capítulo siguiente "Sistema e-botón".

Todos los accesorios visibles de las puertas de cabina, tales como manijas, tornillería, molduras y bisagras serán de acero inoxidable.

Las cerraduras de las puertas de cabina deberán ser de un diseño robusto ampliamente probado en el campo ferroviario.

Se incorporará una señalización que indique al conductor en la cabina en servicio, si cualquiera de las puertas en la cabina trasera se abre.

5.11.5.1 Puertas de Intercomunicación Cabina-Salón de Pasajeros

Los coches con cabina dispondrán de una puerta de intercomunicación con el salón de pasajeros (tipo va y viene), con apertura para ambos lados, cuyo movimiento no interfiera con el asiento del conductor.

Estas puertas dispondrán de una cerradura electrónica con accionamiento desde el salón de pasajeros y con accionamiento manual desde el interior de la cabina. Las bisagras serán fabricadas en acero inoxidable.

El aspecto de las puertas estará en armonía con la decoración interior del tren.

El acceso a la cabina a través de esta puerta será manual (con apertura por e-botón desde el lado de los pasajeros) y estará restringido al personal autorizado mediante el uso de una llave electrónica (e-botón compatible con los trenes de Línea 1), quedando registrado en el sistema de informática embarcada el número de la tarjeta TM (e-botón), la fecha y hora de cada acceso. Este sistema de acceso y registro deberá ser inviolable.

La operación de la chapa, así como la electrónica asociada a ésta deberán tener una alimentación alternativa (un sistema auto recargable) a la del tren, de tal manera que ante cualquier ausencia de alimentación del tren se asegure la operación de la chapa de cabina, así como del registro de la llave electrónica con la cual fue operada.

El sistema de chapa electrónica será enlazado a través del sistema de comunicaciones embarcadas, con el PCC (básicamente para autorizar/prohibir números de tarjeta TM, para registrar las entradas/número de la e-botón; hora de uso). Este sistema tendrá su propia batería de respaldo y memoria de eventos (memoria descargable por el sistema de COM embarcado desde el PCC).

Cada puerta de va y viene deberá incluir un cristal fijo que permita la clara visibilidad de un lado a otro conforme a la normatividad ferroviaria vigente, además deberán contar con película anti rayado/raspado por ambas caras del cristal.

Deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos y no propagadores de humo, correspondiente a la norma **EN 45545, categoría 2N** o equivalente.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 92 DE 168

Estará constituida por una hoja cuya armadura será de acero y estará cubierta por ambos lados con paneles de poliéster ignifugos reforzados con fibra de vidrio, con un comportamiento al fuego según norma **NF F16101, Categoría A1**, conforme a la decoración interior del coche.

En caso de existir una solución técnica diferente, deberá cumplir con las características de resistencia mecánica y resistencia al fuego, similar o superior a las solicitadas.

5.11.5.2 **Sistema e-botón**

El sistema e-botón se compone de 2 partes:

- Una fija embarcada: los lectores y la unidad de tratamiento con su alimentación respaldada autónoma. La unidad y su alimentación será preferentemente una por cabina de conducción.
- Una portátil: la llave que se llama "tarjeta TM"

Puertas de Acceso a Cabina:

- Las chapas de las Puertas de Acceso a Cabina serán idénticas con accionamiento por e-botón (estrictamente compatible con el sistema e-botón de los trenes de la Línea 1).

Puertas de Intercomunicación Cabina-Salón de Pasajeros:

- Las chapas de las Puertas de Acceso a Cabina serán idénticas con accionamiento por e-botón (estrictamente compatible con el e-botón de los trenes de la Línea 1).
- El acceso a la cabina a través de esta puerta será manual (con apertura por tarjeta TM desde el lado de los pasajeros) y estará restringido al personal autorizado mediante el uso de una llave electrónica (tarjeta TM, compatible Línea 1), quedando registrado en el sistema de informática embarcada el número de la tarjeta TM (e-botón), la fecha y hora de cada acceso, este sistema de acceso y registro deberá ser inviolable.

Dispositivo de identificación del conductor en el panel izquierdo o central o derecho de pupitre de cabina de conducción:

- El pupitre tendrá un lector de tarjeta TM.
- El lector será enlazado con el sistema CBTC para mandar la identificación del conductor (= el número de tarjeta TM) al ATS/PCC.
- Al tomar su servicio el conductor se deberá identificar; si no lo hace dentro de un periodo (a definir por "**EL STC**") de unos minutos, el sistema embarcado deberá recordar al conductor que se debe identificar por medio de un mensaje en su "pantalla central" (TMC). La no identificación del conductor no impedirá por ningún modo la operación del tren.
- Este lector será conectado al mismo sistema de control de apertura de las puertas de cabina.
- La posición exacta del lector en el pupitre será definida, durante el diseño preliminar de la cabina entre "**EL LICITANTE GANADOR**" y "**EL STC**".

Control de acceso y tratamientos de los datos de e-botón:

- El acceso a la cabina estará restringido al personal autorizado mediante el uso de la tarjeta TM (llave electrónica del sistema e-botón compatible Línea 1), quedando registrado en el sistema de informática embarcada el número, la fecha y hora de cada acceso, este sistema de acceso y registro deberá ser inviolable.
- La unidad de tratamiento será enlazada a través del sistema de comunicaciones embarcadas (además de una transmisión al PCC por el CBTC) con el PCC principalmente para autorizar/prohibir números de tarjeta TM, para registrar las entradas (cada entrada será registrada con el número de la tarjeta TM, la hora de uso, etc.).

5.11.5.3 **Iluminación de la Cabina**

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 93 DE 168

La iluminación interior de la cabina de conducción será con diodos emisores de luz, alimentada a partir de un convertidor estático.

Se colocará un conmutador de luz en la cabina en el pupitre de conducción para encender/apagar esta iluminación.

La iluminación de cabina se diseñará con el mismo tipo de lámparas utilizadas en el salón de pasajeros, asegurando una iluminación eficiente sin deslumbramiento al conductor, que evite que al reflejarse la luz sobre el pupitre se pierda la apreciación de las señalizaciones.

Al abrir cualquiera de las 3 puertas de la cabina de conducción, se encenderá automáticamente la iluminación de la cabina por un tiempo a definir en fase de diseño preliminar. Después de este tiempo y sin acción del conductor sobre el conmutador de luz, la iluminación se apagará. Si el conductor enciende manualmente la iluminación, se quedará la iluminación prendida solo si se tiene el conmutador de conducción en una posición de servicio.

5.11.5.4 **Ventilación Forzada en la Cabina**

Se instalará un sistema de ventilación forzada en la cabina de conducción, el cual deberá ser silencioso. Se preverá que el conductor pueda seleccionar el nivel de velocidad deseada, que incluya filtros de carbón activado de amplia duración que asegure el flujo de aire limpio e inodoro. El accionamiento de la ventilación solo será posible una vez que se tengan tomados los mandos en la cabina de conducción.

5.11.6. **Luces de Protección de los Trenes**

En la parte delantera de las cabinas de conducción se colocarán en el exterior, bajo el parabrisas, dos fanales a base de diodos emisores de luz, los cuales emitirán una luz blanca o roja de alta intensidad, dependiendo de las condiciones de operación; la luz blanca se encenderá en la cabina con marcha adelante y la luz roja se encenderá en la cabina opuesta.

La elección de operación de éstas será automática por el sentido de marcha elegido. En un tren estacionado, la luz roja de ambas cabinas se mantendrá alimentada para emitir una luz de protección, aun con el tren apagado.

Se instalarán faros de LED's de alta luminosidad con dos niveles de intensidad, de inclinación ajustable, por personal de mantenimiento de "EL STC", en la parte baja del frente de las cabinas, que permitan visualizar la presencia de objetos en la vía a una distancia de **100 m** en tramo recto con el nivel máximo de intensidad. Estos faros serán alimentados directamente de las baterías solo en la cabina que tenga tomados los mandos de conducción.

Se podrá, manualmente, prender/apagar/elegir el nivel de intensidad los faros de LED's de alta luminosidad.

5.11.7. **Luces de Identificación**

Sobre la parte superior delantera de los coches con cabina se instalarán dos luces a base de diodos emisores de luz de color amarillo colocadas a cada extremo del panel de número de tren e indicador de dirección.

Estas luces serán operadas por medio de un conmutador colocado en la cabina y tendrán una emisión fija o intermitente.

Además, se encenderán automáticamente en ambas cabinas para señalar al personal, de ciertos trenes especiales en su circulación con conducción degradada.

5.11.8. **Indicador Frontal Luminoso**

En la parte frontal superior de las cabinas se colocarán dos dispositivos luminosos a base de diodos emisores de luz que indicarán respectivamente el número del tren y el nombre de la terminal hacia la cual se dirige, el control de los indicadores del número del tren será manual y remoto por el PCC.

En la cabina contraria únicamente se encenderá el número de tren.

Estos señalamientos serán visibles claramente con luz de día y sol.

La distancia a la cual los señalamientos deben ser perfectamente legibles será de **150 m**, en la etapa de revisión de diseños se definirá el color de los diodos emisores de luz.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 94 DE 168

5.11.9. Advertidores Sonoros

En cada coche con cabina se instalarán dos advertidores sonoros, uno con bocina de accionamiento eléctrico de baja intensidad para estaciones, y un segundo de accionamiento neumático (**100 dB a 1 metro**) cuyo sonido pueda ser escuchado en la zona superficial de la Línea.

Estos advertidores sonoros serán accionados por medio de una sola palanca (con retorno automático a la posición neutra cuando el conductor la suelta), se colocarán dos palancas, una a la izquierda y otra a la derecha del pupitre, las cuales podrán ser accionadas cómodamente por el conductor desde su asiento.

5.11.10. Conmutadores

Los conmutadores a emplear serán de uso ferroviario, resistentes a vibraciones y choques, fabricados según lo señalado en las normas **NF C 63130, 61120 y 20040** o equivalente, con resistencia mecánica de al menos **1,500,000** número de maniobras en las funciones de conducción y puertas y al menos **1,250,000** número de maniobras, para el resto de los conmutadores.

Las leyendas de cada conmutador deberán identificar claramente su función y posición, escritas en idioma español y con letras mayúsculas en bajo relieve, de color blanco en fondo negro.

Las diferentes funciones y cantidad de conmutadores serán precisadas en la etapa de revisión de diseños con **“EL LICITANTE GANADOR”**.

5.11.11. Accesorios Diversos

- Fijación de Instrumentos y Aparatos:

Todos los instrumentos y aparatos instalados en la cabina de conducción deberán tener un diseño que soporte los niveles de vibración a los que estarán sometidos, sin afectación alguna en su operación. En lo referente a la fijación mediante tornillería, ésta no deberá de ser visible.

Se pondrá especial atención para la instalación del sistema TETRA embarcado.

- Conectores y Tomas Eléctricas:

Por seguridad, todos los conectores y tomas eléctricos deberán de alojarse en el interior de los compartimientos de la cabina y serán de fácil acceso para su manipulación. Asimismo, todos aquellos que están previstos para una interconexión con algún equipo externo de monitoreo o prueba, deberán contar con una cubierta de protección imperdible.

- Etiquetas:

Cada aparato tendrá su nombre marcado en una placa metálica de color negro, escritos en idioma español y con letras indelebles y marcadas en mayúsculas de color blanco perfectamente legibles.

- Espejo retrovisor:

En la parte exterior en cada costado del frente de la cabina se tendrán espejos laterales que permitirán ver desde el asiento del conductor los costados del tren para vigilar que el cierre de las puertas se realice sin afectar a los usuarios que entren o salgan del tren. El accionamiento, de los espejos laterales no deberán invadir el galibo de la instalación fija, deberán replegarse cuando la velocidad del tren sea igual a 3 Km/h.

5.11.12. Equipos y Accesorios de Cabina

Interior de la Cabina de Conducción

En el interior de la cabina se tendrán todos los dispositivos necesarios para la conducción del tren, estarán distribuidos en el frente del interior de la cabina, tanto en su parte superior como en el pupitre de conducción y en los costados derecho e izquierdo del pupitre.

Los aparatos e instrumentos de cabina que se señalan a continuación se dan a manera informativa más no limitativa.

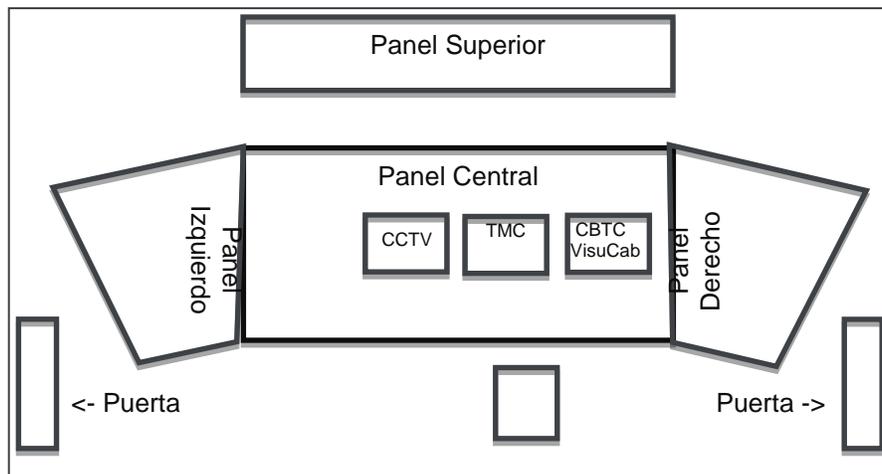
	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 95 DE 168

La toma de mandos se realiza a través de un conmutador instalado en la consola de conducción, el cual se activa mediante una llave especial que poseen los operadores autorizados, seleccionando con ello la consola de conducción habilitado y el modo de conducción.

En el momento de que se tomen los mandos desde una consola de conducción, la consola del otro extremo queda automáticamente neutralizada.

Los comandos que se puedan realizar desde esta consola, prevalecen ante los comandos que puedan ser transmitidos a través del equipo de CBTC.

En la etapa de revisión de diseños "EL LICITANTE GANADOR" y "EL STC" acordarán con precisión las funciones y distribución ergonómica de estos aparatos e instrumentos más los que se consideren necesarios para cubrir eficiente y funcionalmente todos los servicios del tren.



Panel superior:

En la parte frontal superior de la cabina se localizará el panel superior de pupitre en el cual estarán dispuestos los dispositivos que no se operan con frecuencia en la conducción del tren.

- Timbre mono-golpe.
 - Se utilizará para indicar al conductor cuando todas las puertas estén cerradas, escuchándose un solo tono al oprimirse el botón de cierre de puertas del costado de servicio y hasta que la última puerta de acceso a los usuarios se haya cerrado totalmente.
- Señal acústica de posición del conmutador (T1) del lado del servicio de puertas.
 - Esta señal se activará mientras el conmutador de operación de las puertas se tenga en una posición no autorizada por el Pilotaje Automático (valido para CBTC).
 - Con la posibilidad de modificar por software (y por personal de mantenimiento de "EL STC") el accionamiento o no del timbre. En la etapa de revisión de diseños se definirá el accionamiento de esta señal.
- Señal acústica de posición de conducción libre (CLT2).
 - Esta señal se activará en forma intermitente mientras se tenga el conmutador de conducción "C" en la posición "CM" de Conducción Manual alertando al conductor que en esta conducción no se tiene protección del Sistema de Pilotaje Automático (CBTC) y la responsabilidad de la conducción del tren será únicamente del conductor.
- Timbre (de llamada entre las 2 cabinas).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

- El timbre se pondrá en servicio cuando uno de los dos botones de accionamiento se oprima, sin importar cuál de los botones se accione desde cualquier cabina de conducción del tren.
- También funcionará de forma ininterrumpida cuando cualquier dispositivo de emergencia (KFS) o de señal de alarma, haya sido accionado del salón de pasajeros o de la cabina, sin importar la velocidad del tren, cesará su operación hasta que haya sido restablecida el o los dispositivos accionados con anterioridad.
- **Bloque de preparación del material.**
 - En este bloque se tendrán los botones de encendido EN (de color verde) y apagado del tren FS (de color rojo).
 - El botón EN se utilizará para encender el tren cuando haya tensión tracción o bien cuando no está presente la tensión tracción.
 - El encendido del tren en baja tensión se logrará colocando en la cabina de conducción el conmutador de puertas (T1) en una de las posiciones de servicio y se oprima el botón EN.
 - El botón FS se utilizará para el apagado del tren.
- **Conmutador de apertura directa de las puertas.**
 - El conmutador de apertura directa de las puertas se utilizará cuando no se logre la apertura de las puertas de acceso a los usuarios, para ello se deberá accionar el conmutador y previamente se haya comandado la preparación de la apertura de las puertas.
- **Conmutador de alimentación directa.**
 - El conmutador de alimentación directa contará con tres posiciones “DIRECTA” al lado derecho e izquierdo del mismo y “NORMAL” en su posición inferior.
 - Este conmutador permitirá en casos excepcionales, alimentar directamente el hilo de conducción (bucle de seguridad), cuando la continuidad del mismo se pierda, esto es válido solamente en el modo de conducción manual.
 - La conducción del tren será bajo la total responsabilidad del conductor, ya que así quedan inactivas las palancas de emergencia del salón de pasajeros y el funcionamiento del relevador electro-neumático que vigila el valor de presión en el conducto de equilibrio.
- **Conmutador de socorro-descompostura.**
 - El conmutador de socorro-descompostura contará con tres posiciones “SOCORRO” al lado izquierdo, “DESCOMPOSTURA” al lado derecho y “NORMAL” en su posición inferior.
 - Cuando dos trenes sean acoplados para formar un convoy excepcional, equivalente al de dos trenes acoplados, en caso de descompostura de un tren, el conmutador de socorro-descompostura se utilizará para asegurar la continuidad de ciertos circuitos de uno a otro tren, con la finalidad de obtener el control del frenado sobre todo el convoy.
- **Conmutador de marcha emergente.**
 - Referirse al capítulo “Aparatos de Mando y Control”.
- **Conmutador de maniobra.**
 - Referirse al capítulo “Aparatos de Mando y Control”.
- **Conmutador de volumen del radioteléfono.**
 - Referirse al capítulo “Telefonía de Trenes”.
- **Altavoz del radioteléfono/TETRA.**
 - Referirse al capítulo “Telefonía de Trenes”.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 97 DE 168

- El equipo TETRA embarcado tendrá su propio altavoz independiente de los demás altavoces en cabina.
- Altavoz de Interfonia/Megafonía.
 - A través de este altavoz se escuchará la voz del conductor que se encuentre en la cabina opuesta del mismo tren o de algún usuario que haya accionado previamente un dispositivo de emergencia el salón de pasajeros o que haya accionado el interfono.
- Botón del lavaparabrisas.
 - Al oprimirse el botón del aspersor se alimentará la motobomba que permitirá el lavado del parabrisas, y al mismo tiempo accionará durante dos ciclos el limpiaparabrisas.
- Interruptor del limpiaparabrisas.
 - El interruptor del limpiaparabrisas pondrá en servicio continuo el motor eléctrico del limpiador del parabrisas. Este permitirá seleccionar cuando menos 2 velocidades, una intermitente con espacio de 4 segundos y otra de operación continua.
- Botón con indicación luminosa (tipo LED) de Maniobra Automática.
 - Este botón se utiliza para la conducción Maniobra Automática (en terminales o en servicio provisionales). La operación exacta será definida durante el diseño preliminar (preferentemente similar al funcionamiento en la Línea 12 de "EL STC").

Panel izquierdo de pupitre:

En el panel izquierdo del pupitre se tendrán las principales protecciones magneto-térmicas de la conducción y operación de las puertas del tren (los cuales deberán estar debidamente protegidos para evitar su accionamiento accidental o provocado), así como también los conmutadores siguientes:

- Conmutador de tiempo lluvia.
 - Este conmutador constará de dos posiciones: "NORMAL" en la parte inferior y "LLUVIA" en la parte derecha e izquierda. En caso de tiempo lluvioso este conmutador se utilizará en la posición "LLUVIA" para reducir las posibilidades de patinaje a la tracción o deslizamiento en frenado, disminuyendo la aceleración del tren en el equipo de Pilotaje Automático y en el equipo de tracción para que se efectúen las correcciones necesarias y disminuya el valor de velocidad y aceleración en todos los modos de conducción. La Información tiempo normal o lluvia podrá ser comandada desde el PCC a través del CBTC.
 - Se integrará una función para permitir al regulador definir zonas "con lluvia". En el ATS/PCC se podría, de forma automática, establecer zonas "con lluvia" a partir de un enlace con un sistema externo a definir por "EL STC").
 - En este caso el CBTC fijo mandará a los trenes un dato "marcha lluvia".
- Conmutador de iluminación de cabina.
 - Este conmutador constará de dos posiciones: "PRENDIDO" en la parte derecha e izquierda y "APAGADO" en la parte inferior. Se utilizará para lograr el control de iluminación de la cabina; su encendido solo se tendrá en la cabina que tenga tomados los mandos.
- Conmutador de ventilación forzada de cabina.
 - El conmutador constará de cuatro posiciones: "ALTA" en la parte superior, "APAGADO" en la parte inferior, "BAJA" a la izquierda y "MEDIA" a la parte derecha, se utilizará para regular la velocidad del motor ("booster") para la ventilación forzada. La ventilación de la cabina será alimentada solo cuando se tengan tomados los mandos en la cabina.
- Conmutador de luces de identificación.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 98 DE 168

- Este conmutador constará de tres posiciones: “LUZ FIJA” al lado izquierdo, “APAGADO” en la parte inferior e “INTERMITENTE” al costado derecho.
- Las luces de identificación del tren serán de color amarillo en la parte superior del parabrisas a cada costado del indicador de destino, además permitirán llamar la atención de los conductores o de los usuarios en casos especiales, ya sea de un tren desalojado en su posición “LUZ FIJA”, en la conducción manual libre se encenderán automáticamente en forma intermitente o bien manualmente en la posición “INTERMITENTE” cuando sea el último tren de servicio.

Pupitre de cabina - parte central:

En el pupitre de la cabina se localizarán los dispositivos y señalizaciones que se utilicen con frecuencia en la conducción del tren y se encontrarán al alcance del conductor. Se mencionan los siguientes de manera informativa más no limitativa:

- Pantalla de Video vigilancia (CCTV).
 - Ver Anexo A5.5 Telecomunicaciones e Información al Usuario
 - Esta pantalla CCTV deberá ser colocada de tal manera que permita al conductor visualizar las imágenes cuando así lo desee y automáticamente en caso de emergencia cuando haya sido accionado un dispositivo de emergencia (o una señal de alarma o un interfono) en el interior de los coches, asimismo no deberá interferir con las maniobras y campo visual requerido en la operación normal del tren. En la etapa de revisión de diseños se definirá la ubicación definitiva de esta pantalla CCTV.
 - El conductor podrá seleccionar la imagen de 1, 2, 4 u 8 cámaras CCTV en dicha pantalla.
- Botón del timbre
 - El timbre se pondrá en servicio cuando uno de los botones se oprima, se tendrán dos botones uno en cada costado del pupitre.
- Pantalla TMC (Material Rodante)
 - En el TMC se mostrará la señalización del funcionamiento de los equipos del tren, (advirtiendo al conductor cuando algún equipo se encuentre en falla), las ayudas a la conducción y al mantenimiento, el cual estará vinculado con la informática embarcada del tren, la pantalla estará protegida adecuadamente para evitar el daño por cualquier impacto y por derrame de algún líquido.
 - También indicará la formación del tren, la hora y fecha.
- Caja de señalización BS.
 - Señalizaciones luminosas a base de diodos emisores de luz (visible con sol) que indican los parámetros más importantes de operación del tren, se señalan a continuación algunas de las más importantes a título informativo más no limitativo.
 - a) Todos los coches bloqueados.
 - b) Moto-compresor en falla.
 - c) Puerta o puertas abiertas (solo puertas de pasajeros)
 - d) Freno de estacionamiento aplicado.
 - e) No desbloqueado (freno aplicado en uno o varios ejes).
 - f) No carga la batería.
 - g) Marcha maniobra.
 - h) Coche motor fuera.
 - i) Freno eléctrico inactivo.
 - j) Corriente cortada (tensión tracción).
 - k) Primer coche motor inactivo.
 - l) Segundo motor inactivo.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 99 DE 168

- m) Tercer coche motor inactivo.
 - n) Cuarto coche motor inactivo.
 - o) Quinto coche motor inactivo.
 - p) Sexto coche motor inactivo.
 - q) Todos los coches desbloqueados.
 - r) Enclavamiento de puertas.
 - s) Suspensión en falla.
 - t) Informática en falla.
 - u) Pilotaje Automático no disponible (CBTC).
 - v) CMC no disponible (CBTC).
 - w) Conmutadores accionados en cabina trasera.
 - x) Puerta o puertas de cabina trasera abiertas (las 2 puertas laterales y la puerta con pasajeros).
- Las informaciones antes citadas serán enviadas al IHM por el TCMS (TCMS = informática del Material Rodante) a través del bus de datos de la informática embarcada del tren y al PCC.
 - Las señalizaciones y el color de cada señalización serán acordada entre "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR" en la etapa de revisión de diseños.
- Opción de cabina de conducción "solo con pantallas".
 - "EL LICITANTE GANADOR" deberá proponer, una solución con IHM a través de pantallas, permitiendo eliminar lo más posible los conmutadores/indicadores unitarios.
 - Conmutador de mantenimiento.
 - Este conmutador corta/impide la tracción de los motores del tren y silencia las alarmas hacia el PCC sean mandadas por el CBTC y por el sistema de comunicaciones embarcadas.
 - Conmutador o botón de marcha a 3 km/h.
 - Este conmutador o botón se utiliza para maniobras de acoplamiento entre trenes.
 - Conmutador de conducción ("C").
 - El conmutador de conducción "C" constará de posiciones: "FS", "CMC", "PA" y "CM"
 - "EL LICITANTE GANADOR" deberá de prever un conmutador específico o un arreglo equivalente que se utilizará para definir el modo de conducción "PA marcha Atrás" y "Maniobra Automática".
 - Conducción "PA", para obtener la conducción de Pilotaje Automático se colocará el conmutador "C" en la posición "PA" y en esta condición el control del tren será asumido por el equipo de Pilotaje Automático CBTC y el único mando que podrá efectuar el conductor para detener el tren será a través del manipulador en la posición "FU" (frenado de urgencia). La función de hombre muerto está activa.
 - En este modo de conducción la apertura de las puertas será vigilada y autorizada por el Pilotaje Automático.
 - Conducción "CMC", para tener esta conducción se colocará el conmutador "C" en la posición "CMC" y en esta condición, la tracción y el frenado del tren serán aplicados por el conductor mediante el accionamiento del manipulador, teniéndose la vigilancia continua a través del equipo del Pilotaje Automático CBTC, teniendo la misma seguridad que en conducción "PA". La función de hombre muerto está activa.
 - En este modo de conducción la apertura de las puertas será vigilada y autorizada por el Pilotaje Automático.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 100 DE 168

- Conducción Manual Libre “CLT2”, para tener esta conducción se colocará el conmutador “C” en la posición “CM”, el conmutador de sentido de marcha en la posición “ADELANTE” o “ATRÁS”, según se requiera y el conmutador de disyuntores en la posición “DISYUNTORES”, en esta condición, los mandos del tren serán tomados por el conductor mediante el accionamiento del manipulador y se obtendrá la tracción máxima de T2, limitándose la velocidad a **35 km/h** en marcha adelante y **18 km/h** en marcha atrás, sin otro dispositivo de seguridad más que el dispositivo de hombre muerto. Esta será la única conducción en la que se podrá escoger el sentido de marcha.
- En este modo de conducción la apertura de las puertas será vigilada y autorizada por el Pilotaje Automático
- MACTB botón de aislamiento del CBTC.
- En caso de necesidad (CBTC con relé pegado u otra falla) se necesita este botón a fin de cortar la alimentación de los equipos CBTC embarcados.
- botón de anulación del frenado de emergencia por detección de obstáculo del CBTC.
 - En caso de detección de obstáculo, este botón permite la anulación de la memorización por el CBTC de la detección de obstáculo.
- Nota: información respecto a las características de los diferentes modos de conducción ver en el **Anexo A5.x** Especificación de Interface CBTC
- Pantalla VisuCab (Monitor de conducción con CBTC) (a la derecha) **ver capítulo 5.20 Pilotaje Automático CBTC.**
 - El VisuCab es un monitor de cabina utilizado por las informaciones de conducción del CBTC provistas al conductor.
 - Al fin de aumentar la disponibilidad del sistema el VisuCab (a la derecha) y el TMC (en el centro) son idénticos y el TMC puede sustituir al VisuCab accionando manualmente un conmutador.
 - Estas funcionalidades serán definidas en la fase de diseño detallado.
 - Ejemplo de informaciones que puede proveer el VisuCab:
 - Cuenta regresiva del tiempo de partida
 - Modo de conducción (según el nuevo diseño, el monitor puede ser utilizado por la selección del modo de conducción)
 - Indicación de distancia del punto a proteger
 - Indicaciones de velocidad (velocidad real del tren y permitida)
 - Indicaciones de sobre velocidad
 - Fecha y hora del CBTC
 - Posición del tren en su vía de circulación (punto kilométrico)
 - Indicaciones de operación (contrasentido, servicio parcial)
 - Próximo punto de parada
 - Lado de apertura y estado de las puertas
 - Estado de los equipos del CBTC
 - Modos de conducción disponible (PA o CMC)
- Conmutador de pruebas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 101 DE 168

- El conmutador de pruebas estará identificado con la leyenda “PROBADOR DE LÁMPARAS”, al oprimirlo encenderán todas las señalizaciones ópticas de la cabina para verificar que se encuentren en buen estado.
- Conmutador de sustitución del dispositivo de hombre muerto.
 - El conmutador de sustitución del dispositivo de hombre muerto estará identificado con la leyenda “SUSTITUCIÓN DE HOMBRE MUERTO”, al hacer contacto el conductor sobre este conmutador hará la misma función del dispositivo de hombre muerto del manipulador y solo tendrá efecto en caso de falla de este último.
- Conmutador de faros de LED.
 - El conmutador de los faros constará de tres posiciones: “LUCES ALTAS”, “LUCES BAJAS” y “APAGADO”.
- Palanca de accionamiento de los advertidores sonoros (bocinas).
 - El funcionamiento de los advertidores sonoros se efectuará accionando cualquiera de las dos palancas de mando, las cuales se tendrán en cada costado del pupitre debiendo estar cercanas al conductor para su fácil manipulación, se podrá poner en funcionamiento sin importar que se tenga encendido el tren o no.
 - La palanca será del tipo con retorno al centro de tres posiciones: “BAJA INTENSIDAD”, “NEUTRO” y “ALTA INTENSIDAD”.
- Micrófono de Telefonía de Trenes.
 - Referirse al capítulo “Telefonía de Trenes TETRA”.
- Conmutador del lado de servicio (T1) de las puertas.
 - Este conmutador constará de cuatro posiciones: “NEUTRO” en la parte inferior, “IZQUIERDA” al costado izquierdo, “AMBAS” en la parte superior y “DERECHA” al costado derecho.
 - Servirá para seleccionar el lado de servicio de las puertas, ya sea a la derecha, a la izquierda o ambos lados.
- Conmutador inestable T2, conmutador auxiliar de apertura de puertas en CLT2 con CBTC fuera de servicio.
 - Este conmutador estará activo solo para la conducción CLT2, será del tipo inestable, en la etapa de revisión de diseños se definirá su funcionalidad o su existencia virtual desde el IHM del conductor.
- Lámpara (indicación luminosa tipo LED) de ocupación del conmutador del lado de servicio de las puertas.
 - La lámpara de ocupación se encenderá cuando este conmutador se ponga en cualquier posición de servicio.
- **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá de prever un conmutador específico o un arreglo equivalente que se utilizará para definir la funcionalidad del servicio de puertas en el modo de conducción “Maniobra Automática” y la obtención del servicio de puertas automatizado por el CBTC en las consideraciones de un tren con CBTC GoA4.

Bloque de puertas del lado izquierdo:

Se tendrá un bloque de control de puertas del lado izquierdo, al lado izquierdo del pupitre, que contendrá un conmutador de apertura de las puertas, una lámpara de puertas abiertas y otra de puertas cerradas, el botón de anuncio de cierre de puertas (de color amarillo) y el botón de cierre de puertas (de color azul).

- Anuncio y cierre de puertas del lado izquierdo.
 - Estando el tren detenido, el conductor mandará el cierre de las puertas del lado izquierdo para la salida del tren, al oprimir el botón de anuncio de cierre se alimentará la señal luminosa y auditiva del

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 102 DE 168

anuncio de salida del lado izquierdo y al oprimir el botón de cierre, se alimentarán los circuitos del cierre de puertas del lado izquierdo, obteniéndose la señal de puertas cerradas y enclavadas (el “monocoup”) y el manipulador de la cabina de mandos esté en una posición de neutro o frenado de servicio.

- Conmutador de apertura de puertas del lado izquierdo en conducción Manual.

En el modo de conducción PA y CMC el control de la apertura de puertas es automático y esta controlado por el CBTC

- El conmutador de apertura de las puertas del lado izquierdo constará de tres posiciones: “APERTURA” en la parte superior, “ANULACIÓN APERTURA” en la parte inferior.
 - La posición “APERTURA” será con retorno automático a su posición neutra y servirá para realizar la apertura de las puertas del lado izquierdo y se manipulará cuando el conductor prevea una parada en la estación, las puertas del lado izquierdo se abrirán al paro del tren.
 - La posición intermedia será estable, siendo esta la posición neutra del conmutador.
 - La posición inferior será inestable y servirá para anular la apertura de las puertas del lado izquierdo.
 - Si el conductor desea cancelar la apertura de las puertas, deberá accionar el conmutador hacia la posición “ANULACIÓN APERTURA”, obteniéndose nuevamente el enclavamiento de las puertas.
- Lámpara de puertas abiertas del lado izquierdo.
 - Se tendrá una lámpara de color rojo que indicará que al menos una puerta del lado izquierdo se abre o está abierta a una distancia mayor a 5 milímetros, estará en funcionamiento en la cabina con los mandos y en cualquier modo de conducción.
 - Lámpara de puertas cerradas del lado izquierdo.
 - Se tendrá una lámpara de color verde que indicará que todas las puertas del lado izquierdo estén totalmente cerradas y enclavadas, estará en funcionamiento en la cabina con los mandos y en cualquier modo de conducción.

Bloque de puertas del lado derecho:

Se tendrá un bloque de control de puertas del lado derecho, al lado derecho del pupitre, que contendrá un conmutador de apertura de las puertas, una lámpara de puertas abiertas y otra de puertas cerradas, el botón de anuncio de cierre de puertas (de color amarillo) y el botón de cierre de puertas (de color azul).

- Anuncio y cierre de puertas del lado derecho.
 - Estando el tren detenido, el conductor mandará el cierre de las puertas del lado derecho para la salida del tren, al oprimir el botón de anuncio de cierre se alimentará la señal luminosa y auditiva del anuncio de salida del lado derecho y al oprimir el botón de cierre, se alimentarán los circuitos del cierre de puertas del lado derecho, obteniéndose la señal de puertas cerradas y enclavadas y el manipulador de la cabina de mandos esté en una posición de neutro o frenado de servicio.
- Conmutador de apertura de puertas del lado derecho en conducción Manual.

En el modo de conducción PA y CMC el control de la apertura de puertas es automático y ésta controlado por el CBTC

- El conmutador de apertura de las puertas del lado derecho constará de tres posiciones: “APERTURA” en la parte superior, “ANULACIÓN APERTURA” en la parte inferior.
- La posición “APERTURA” será inestable y servirá para realizar la apertura de las puertas del lado derecho y se manipulará cuando el conductor prevea una parada en la estación, las puertas del lado derecho se abrirán al paro del tren.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 103 DE 168

- La posición intermedia será estable, siendo esta la posición habitual del conmutador.
- La posición inferior será inestable y servirá para anular la apertura de las puertas del lado derecho.
- Si el conductor desea cancelar la apertura de las puertas, deberá accionar el conmutador hacia la posición “ANULACIÓN APERTURA”, obteniéndose nuevamente el enclavamiento de las puertas.
- Lámpara de puertas abiertas del lado derecho.
 - Se tendrá una lámpara de color rojo que indicará que al menos una puerta del lado derecho se abre o está abierta una distancia mayor a 3 milímetros, estará en funcionamiento en la cabina con los mandos y en cualquier modo de conducción.
- Lámpara de puertas cerradas del lado derecho.
 - Se tendrá una lámpara de color verde que indicará que todas las puertas del lado derecho estén totalmente cerradas y enclavadas, estará en funcionamiento en la cabina con los mandos y en cualquier modo de conducción.
- Pantalla Odómetro-Velocímetro.
 - A través de una pantalla se mostrará la velocidad, la distancia recorrida del tren y la hora. Solo estará en operación la pantalla de la cabina que tenga tomada la conducción. Consultar el capítulo **“Registrador Electrónico de Eventos”**.
 - Es una pantalla adicional a las 3 pantallas VisuCab, COM (CCTV), TMC (Material Rodante). No requiere ser idéntica a las 3 anteriores.
- Micrófono de megafonía/voceo.
 - La emisión de la voz del conductor se hará por medio de un micrófono del sistema de megafonía, ya sea para la comunicación entre las dos cabinas de un tren, para emitir los anuncios a los pasajeros relativos al servicio o bien para establecer la comunicación con el usuario que haya accionado la palanca de emergencia o el interfono. Consultar el capítulo **“Sistema de Comunicación”**.
 - El micrófono estará integrado a la platina del sistema que se ubicará en el pupitre, de tal forma que no sobresalga en éste, para así evitar actos vandálicos.
- Platina de control de megafonía/voceo
 - Dicha platina permitirá al conductor el control de la megafonía y la señalización de su estado.
- Platina de control de video-información
 - Dicha platina permitirá al conductor el control de la video-información y la señalización de su estado.
 - Dicha platina podrá ser integrada por sus funcionalidades con la pantalla táctil CCTV asociada.
- Conmutador de sentido de marcha en conducción Manual.
 - Este conmutador constará de tres posiciones: “ADELANTE” en la parte superior, será estable y permitirá la conducción del tren hacia adelante, la posición intermedia será estable, siendo esta la posición habitual del conmutador y “ATRÁS” en la parte inferior, será estable y permitirá la conducción del tren hacia atrás, este conmutador solo será utilizado en la conducción manual libre. Este conmutador deberá ser de un tamaño suficiente que permita una fácil identificación de su posición.
 - Para el modo de conducción PA y CMC, el CBTC tiene que proveer al tren la información de sentido de marcha.
- Conmutador de control de los disyuntores de tracción en conducción Manual.
 - Este conmutador constará de tres posiciones “INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS” en la parte superior, que permitirá la alimentación de los disyuntores de las motrices y “PRUEBAS A BAJA INTENSIDAD” en la parte inferior, permitirá la realización de las pruebas de funcionamiento de los

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 104 DE 168

equipos de tracción y frenado aplicando una mínima cantidad de corriente en los motores de tracción. Las 3 posiciones serán estables. Este conmutador solo será utilizado en la conducción manual.

➤ Manipulador.

- El manipulador de la cabina será del tipo deslizante y permitirá al conductor, en las conducciones CMC y CM el mando de tracción y frenado del tren.
- Para obtener el avance del tren y estando el manipulador sobre la posición “NEUTRO”, el mando de los circuitos de tracción de todas las motrices se obtendrá accionando el manipulador hacia delante.
- El manipulador poseerá cinco grados de tracción de mando continuo.
- Estando el manipulador sobre la posición “NEUTRO”, el mando de los circuitos de frenado se obtendrá accionando el manipulador hacia atrás.
- El manipulador poseerá seis grados de frenado de mando continuo y un grado de frenado de urgencia FU.
- Una marca indicará cada posición del manipulador, cuando se haya llegado a la posición T5 o FU, un tope impedirá el movimiento hacia adelante y atrás, respectivamente.
- Asimismo, el manipulador estará equipado con un dispositivo de hombre muerto (H.M.) de fácil accionamiento para el conductor y activado al tacto.
- No se aceptará ningún dispositivo de hombre muerto que para su accionamiento requiera ser oprimido o levantado.
- Deberá tener la posibilidad de programar su accionamiento intermitente, además contará con una advertencia acústica y visual para solicitar el accionamiento, los detalles al respecto se definirán en la revisión de diseños.

Memorización último lado conocido de apertura de las puertas pasajeros:

- El Material Rodante, en caso de falla del CBTC, deberá memorizar el último lado conocido de apertura de las puertas pasajero.
- Esta función permitirá autorizar la apertura de las puertas por el último lado de servicio conocido antes de la falla del CBTC.

Pantalla CCTV, pantalla TMC (IHM), VisuCab y caja BS:

- Las pantallas serán de 10 pulgadas de diagonal al mínimo.
- Las pantallas serán a color del tipo táctiles (“touch-screen”) que permita buena visibilidad aún con la luz del día (y sol rasante), deberán ser de uso rudo, hermético y antivandálico.
- Los monitores/pantallas COM (CCTV), TMC (Material Rodante) serán idénticos en sus dimensiones, características, interfaces, alimentación, instalación, etc.
- Los monitores/pantallas deberán tener, al menos, dos proveedores distintos. La prueba física y dinámica en un tren nuevo con el monitor/pantalla de un segundo proveedor (de monitor/pantalla) deberá hacerse durante las pruebas del primer tren.
- Los monitores/pantallas podrán ser de un tipo equivalente a las de los “DMI ERTMS”.
- Ejemplos de monitores/pantallas

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 105 DE 168



Dispositivo de hombre muerto:

El modo manual de conducción considera un sistema de vigilancia de presencia del conductor, el sistema permanecerá activo sólo en los modos manuales y PA (pero inactivo en modo retorno automático).

Por ello, los trenes están equipados con el sistema de Hombre Muerto de doble efecto acorde al estándar **UIC-641**.

Se asegura la vigilancia del conductor por un elemento de seguridad que provoca el frenado de emergencia en caso necesario:

- Este sistema de hombre muerto será accionado por el conductor a través de un dispositivo en el manipulador que al no detectar la presencia del conductor aplicará los frenos de urgencia.

"EL LICITANTE GANADOR" propondrá el siguiente procedimiento de vigilancia:

- El conductor debe activar/tocar el dispositivo semi permanentemente.
- Al soltar el dispositivo no más de un tiempo predefinido de aproximadamente 2.5 segundos (tiempo exacto a definir durante el diseño preliminar) se le da al conductor una indicación visual a través de una lámpara y también sonora para que vuelva a activar/tocar el dispositivo.
- Si no hay reacción, comienza otra temporización de 2.5 segundos y si no hay reacción durante este tiempo, el tren aplicará el frenado de emergencia y se notificará al PCC vía una alarma.
- Las temporizaciones del dispositivo son reseteadas cada vez que el conductor activa/toca el dispositivo.

Se realiza un test del sistema de Hombre Muerto cada vez que se prepara el tren. Se registrará la información relativa al funcionamiento del sistema de Hombre Muerto.

Este sistema tiene un circuito redundante de manera que puede dar una señal externa si ocurre cualquier falla.

También se incluye un circuito (normalmente vía un conmutador TE con una posición inestable) que permite sustituir el sistema de Hombre Muerto del manipulador en el caso de falla de este. La activación de este conmutador será notificada al PCC vía una alarma vía el CBTC y el COM.

Esta función de sustitución se registraría en el Registrador de Eventos o Caja Negra del tren.

Al comienzo de la operación del sistema con el tren detenido y con pupitre en servicio, el sistema tendrá comandado el freno de urgencia.

El freno de urgencia se desactivará cuando se valide la preparación del tren.

El sistema estará activo en cualquier posición del Manipulador de Tracción si se cumplen todas las siguientes condiciones:

- El conmutador de Selección de Conducción "C" está en posición manual.
- El Sistema de Vigilancia de Presencia de conductor está habilitado.
- La velocidad del tren es superior a 0,5 km/h (velocidad proveniente del calculador del Material Rodante).

En fase de diseño preliminar se definirán la lógica de funcionamiento del dispositivo de hombre muerto por el operador y desde el CBTC.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 106 DE 168

Panel derecho de pupitre:

En el costado derecho del pupitre de la cabina se tendrán los medidores de baja tensión de CD (corriente directa) regulada, presión de frenado y del conducto de equilibrio.

- Voltímetro.
 - La tensión de la alimentación de baja tensión directa será medida por un voltímetro analógico.
- Manómetro del cilindro de freno.
 - La presión neumática comandada por la unidad de frenado del coche con cabina será medida por el manómetro analógico.
- Manómetro del conducto de equilibrio.
 - La presión en el conducto de equilibrio será vigilada por el manómetro analógico conectado al conducto de equilibrio.

En la etapa de revisión de diseños, "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR" definirán a detalle las características y ubicación exacta de todos los aparatos y equipos de cabina.

En la fase de revisión de diseño preliminar "EL LICITANTE GANADOR" presentará a "EL STC" una simulación dinámica de la cabina en 3D y a color, con la disposición de todos los elementos que la componen, para la validación de la solución técnica.

Para aprobar el diseño de la cabina de conducción con todos sus componentes, por parte del personal de transportación de "EL STC", se requiere realizar una maqueta a escala real, que permita evaluar, calificar y validar la cabina, el pupitre y paneles, la posición y dimensión de los aparatos de mando, conmutadores, botones, iluminación, manipulador y la señalización; así como el asiento del conductor, las manijas y los escalones para abordar la cabina; en esta maqueta se calificará la cortinilla del parabrisas y el parabrisas.

5.12. SISTEMA DE TRACCIÓN - FRENADO

El equipo de tracción-frenado instalado por "EL LICITANTE GANADOR", deberá satisfacer totalmente los requerimientos establecidos en la presente especificación, particularmente aquellos relacionados con el desempeño de los trenes, la fiabilidad, la mantenibilidad, la disponibilidad y la seguridad, así como brindar el mayor ahorro energético y menores costos de mantenimiento.

Cada coche motriz estará dotado de los elementos de captación de energía de forma que no haya paso de tensión tracción de una a otra motriz.

El equipo de Tracción-Frenado, deberá corresponder a tecnología asíncrona, a base de semiconductores de potencia IGBT de última generación y el equipo de control basado en microprocesadores.

El frenado eléctrico regenerativo estará concebido para obtener la máxima recuperación de energía, por lo que será enviada a la alimentación de tensión tracción toda la energía eléctrica que ésta admita durante el frenado eléctrico.

En caso de que la receptividad de la Línea sea reducida o nula, el frenado reostático tendrá la capacidad de disipar el **100%** de la energía máxima procedente del frenado eléctrico, asimismo deberá combinarse o conmutarse automáticamente de uno a otro sin influencia cinemática alguna en cualquier momento de la fase de frenado.

El tren tendrá dos modos de conducción:

- El modo de conducción por velocidad prefijada comandada por el pilotaje automático CBTC, quien determinará automáticamente el modo de trabajo (tracción, neutro o frenado). El equipo de Tracción-Frenado interactuará con el sistema de Pilotaje Automático y deberán ser compatibles. Referirse al **capítulo "Pilotaje Automático CBTC"**.
- El modo de conducción manual en el que el conductor elige la operación de tracción, freno o neutro.

En conducción manual (sin CBTC) el equipo de Tracción-Frenado será controlado por el manipulador a través de un mando continuo, éste deberá ser sustituido en la conducción automática por el equipo de Pilotaje Automático.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 107 DE 168

En caso de avería del circuito de Tracción-Frenado, el tren podrá continuar la marcha, con la señalización correspondiente del equipo en falla local y en cabina, debiendo indicar para todos los casos si la falla se presenta en Tracción o Frenado Eléctrico o en ambas funciones.

La anulación del sistema de Tracción-Frenado de cualquier coche motriz podrá realizarla el conductor desde la cabina, solamente cuando el sistema de tracción-frenado presente falla y ésta sea transmitida a la informática embarcada y por personal de mantenimiento desde la parte interior del coche bajo cualquier condición.

Cada coche motriz dispondrá de su equipo de tracción (disyuntor ultrarrápido, filtro de entrada, equipos VVVF, motores de tracción, etc.), de forma que sea posible el funcionamiento del tren con varios coches motores inactivos.

El equipo de tracción estará constituido por motores (monomotor o bimotor) trifásicos asíncronos de mínimo mantenimiento con equipo VVVF para cada coche motriz. El disyuntor ultrarrápido conectará al equipo VVVF directamente a la Línea, sin Chopper intermedio.

La tracción y el frenado se adecuarán de manera automática al estado de carga de cada uno de los coches, considerando como carga mínima el peso en vacío del coche.

En caso de falla del freno eléctrico o a baja velocidad (nunca superior a **3 km/h**), éste será sustituido automáticamente por el freno neumático y con el mismo esfuerzo total.

El sistema utilizado en la sustitución del freno eléctrico por el neumático deberá asegurar que ningún coche del tren quede sin freno bajo ninguna circunstancia.

En lo referente a vibraciones y choques, los equipos deberán apearse al cumplimiento de la norma **IEC 60077** o equivalente.

Los materiales utilizados se apejarán a las exigencias en cuanto a resistencia al fuego y emisión de humos, contenidas en la norma **EN 45545, categoría 2-N** (resistencia al fuego y emisión de humos) o equivalente.

Los equipos en general de este sistema, de acuerdo a su función, deberán cumplir con el grado de protección establecido por la norma **IEC 60529**.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir en su solución técnica, la descripción del funcionamiento y diagramas esquemáticos, así mismo de manera preliminar los cálculos de los principales equipos de control y potencia que componen el sistema de Tracción-Frenado.

5.12.1. Características Generales

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones **UIC** y **CEI** o normas internacionales equivalentes.

Asimismo, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá entregar 3 meses antes de la puesta en servicio del primer tren, la descripción detallada (as built / como construido) de las características técnicas de todos los componentes eléctricos y electrónicos, incluyendo los fabricantes, con sus respectivos diagramas eléctricos y mecánicos, el firmware y software de aplicación correspondiente, y la documentación relativa al control de calidad de los mismos.

Para el caso del firmware y software, **“EL LICITANTE GANADOR”**, deberá proveer a **“EL STC”**, la capacitación y requerimientos técnicos que permitan a **“EL STC”**, realizar cualquier recarga, cambios de configuración, ajustes y modificaciones sin depender del fabricante. En la etapa de revisión de diseños, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá demostrar a **“EL STC”**, que los equipos informáticos que conforman el tren cumplan este requerimiento.

Los componentes electrónicos del equipo de Tracción-Frenado serán controlados por microprocesadores con las siguientes funciones de apoyo:

- Ayuda al mantenimiento del tren con conexión a la informática embarcada del Material Rodante.
- Realización del auto diagnóstico del mando y potencia a través de la informática embarcada del Material Rodante.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 108 DE 168

- Comunicación permanente con la red del sistema de la informática embarcada del Material Rodante, que permita el diagnóstico en tiempo real sobre los módulos o funciones con falla del equipo de Tracción-Frenado.
- Visualización del desempeño del sistema de Tracción-Frenado en la pantalla de la cabina de conducción (pantalla TMC).
- Ayuda al mantenimiento por medio de una computadora portátil que se conecte al mando del equipo de Tracción-Frenado, así como también en el panel del compartimiento de pasajeros mediante puertos seriales Ethernet, que permita:
 - Visualizar los resultados de la auto diagnóstico, indicando los estados de las señales de entrada y salida.
 - Mostrar información de los módulos, funciones y elementos en falla.
 - Configurar, visualizar y mostrar todos los niveles de detalle de la información gráfica en la pantalla, sobre el funcionamiento del equipo y además para ayudar a determinar la causa de la falla.
 - Visualización en tiempo real de los eventos de la operación del equipo sin afectar su registro en memoria ni otras funciones.

Se efectuará una construcción modular con unidades funcionales separadas, cableados y conexiones entre ellos por tomas independientes.

5.12.2. Condiciones Generales de Funcionamiento

Los equipos propuestos deberán satisfacer las condiciones extremas de operación en las que circularán los trenes, así como cumplir satisfactoriamente las características de operación que se señalan en la presente especificación para la tracción y el frenado.

Los equipos propuestos, serán capaces de trabajar con el sistema de Pilotaje Automático (CBTC), para lo cual **“EL LICITANTE GANADOR”** garantizará la compatibilidad entre su sistema y los sistemas de Pilotaje Automático, ver el **capítulo “Pilotaje Automático CBTC”**.

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la Línea 750 VDC durante el frenado eléctrico.

Para demandas de desaceleraciones mayores que las que pueda proporcionar el frenado eléctrico, se utilizará complementariamente el frenado neumático.

En caso de motrices parcial o totalmente inactivas al frenado eléctrico, el esfuerzo equivalente de frenado deberá ser compensado con freno neumático. Para mayor detalle respecto al frenado referirse al **capítulo “Tracción y Frenado”**.

Todas las estructuras de las cajas del disyuntor ultrarrápido de línea, equipo de control y de potencia, reactor de filtro y de las resistencias empleadas, deberán estar al mismo potencial del bastidor del coche.

5.12.3. Operación de la Característica de Antipatinaje y Antideslizamiento

A la tracción y durante el frenado eléctrico, el control del sistema de tracción-frenado debe vigilar y regular permanentemente el esfuerzo sobre las ruedas de acuerdo a la adherencia existente, sin que se inactiven las motrices; y en caso de ocurrir un deslizamiento o patinaje, se aplique la reducción del torque del motor inmediatamente para que la corriente en los motores tenga la corrección en un intervalo menor a **100 milisegundos**.

Cuando se presenten fenómenos de patinaje o de deslizamiento de las ruedas, el sistema de tracción-frenado debe obtener la captación precisa del movimiento de las mismas e iniciar inmediatamente las medidas correctivas, de forma que se obtenga un aprovechamiento óptimo de la potencia de tracción y del frenado eléctrico dentro de los límites de la adherencia de los materiales en contacto.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 109 DE 168

El sistema de tracción-frenado debe detectar con seguridad, precisión y rapidez, tanto los fenómenos espontáneos de rápido desarrollo, que exigen una reducción inmediata de la potencia actuante, como los procesos de pérdida de adherencia de desarrollo lento, con objeto de poder circular de forma óptima en la zona de pseudo deslizamiento.

Debido a las condiciones climáticas de la Ciudad de México, se requiere de una funcionalidad del sistema neumático de freno para poder compensar el deslizamiento que se presenta cuando por la presencia de lluvia el coeficiente de adhesión neumático-pista de rodamiento se rompe deslizando el tren completamente bloqueado (freno de urgencia aplicado), esta funcionalidad deberá tener como resultado la recuperación de la adherencia de rodadura y en consecuencia garantizará la distancia mínima de frenado.

Deberá existir comunicación entre el sistema de antideslizamiento del Sistema de freno eléctrico y el sistema antideslizamiento del freno neumático.

El Tren debe proveer a la cabina de conducción y al PCC (a través del CBTC) en tiempo real todos los casos de patinaje deslizamiento y las informaciones relacionadas (coches, duración, otras condiciones a definir).

Cuando se tengan condiciones de baja adherencia motivadas por la lluvia, se utilizará el conmutador denominado "KNR" para que al accionarse en forma manual a la posición "tiempo lluvia", por medio del cual se informara a la lógica del sistema tracción-frenado, para limitar la magnitud de la corriente en los motores y reducir el nivel de aceleración a 0.8 m/s^2 con posibilidad de ajuste (-esta funcionalidad podrá ser comandada directamente por el PCC a través del CBTC)

5.12.4. Influencia sobre las Instalaciones Eléctricas Exteriores

Las frecuencias de trabajo del sistema de Tracción-Frenado no deberán afectar a otros equipos del tren, ni a las instalaciones fijas, ni serán afectados por las influencias electromagnéticas del mismo y propias del servicio, o de procedencia externa.

Para ello se calculará y suministrará el filtro adecuado para evitar las perturbaciones.

El filtro estará constituido por un circuito "LC" que protegerá al circuito de potencia contra variaciones bruscas de la corriente y tensión.

El condensador del filtro será constituido mediante un arreglo conveniente de condensadores en envases herméticos y montados de tal manera que permitan evitar los esfuerzos generados por los estados de temperatura a que estén sometidos.

5.12.5. Sistema de Enfriamiento

Todos los componentes del equipo de tracción-frenado serán enfriados eficientemente por ventilación natural y deberán operar correctamente bajo todas las condiciones de temperatura del medio ambiente de la Línea 1, tanto en superficie como en túnel, no se admite la utilización de semiconductores inmersos en fluidos para su enfriamiento.

5.12.6. Resistencias de Freno Reostático

Con objeto de optimizar la vida útil de todos los componentes del sistema de frenado neumático independientemente de la receptividad de la Línea, las resistencias de freno reostático deberán estar dimensionadas para un régimen de servicio ferroviario y su capacidad absorberá el 100 % del esfuerzo máximo de frenado eléctrico (con carga normal).

5.12.7. Disyuntor Ultrarrápido

El sistema de Tracción-Frenado deberá contemplar la inclusión de un disyuntor ultrarrápido, cuya capacidad será adecuada para la alimentación, protección del circuito y de los semiconductores de potencia.

El disyuntor ultrarrápido deberá permanecer cerrado ante los cambios de tracción, neutro y frenado, después de su inicialización sólo deberá abrir cuando exista una anomalía en el funcionamiento del sistema de tracción-frenado o en la alimentación en corriente de tracción.

Los disyuntores empleados serán de mando electromagnético y de un modelo totalmente probado en el ámbito ferroviario de transporte de pasajeros.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 110 DE 168

La alimentación será con la tensión de batería y deberán trabajar adecuadamente entre los rangos de tensión establecidos para la baja tensión.

Las conexiones de tensión tracción y baja tensión y los contactos auxiliares de estos dispositivos, deberán estar protegidos contra agentes exteriores mediante tapas herméticas de material plástico transparente ignífugo y de fácil acceso.

No requerirá ser desmontado el disyuntor para la revisión, limpieza sistemática o cambio de los contactos principales y auxiliares.

Estos contactos deberán ser totalmente accesibles sin que sean desmontados ni afectados los equipos adyacentes.

Las cámaras de extinción de arco deberán ser fácilmente desmontables para la revisión de los contactos principales, no admitiéndose la utilización de asbesto u otro material contaminante.

Todos los dispositivos mecánicos de corte, de conmutación y de aislamiento estarán colocados en una misma caja. El cofre del disyuntor deberá ser accesible para su limpieza por los costados y parte inferior.

La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberán aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los equipos de tracción.

Los contactos y circuitos auxiliares de baja tensión deberán estar debidamente aislados de la tensión tracción, garantizando plenamente el aislamiento eléctrico ante una falla en los circuitos de tensión tracción.

5.12.8. Componentes del Equipo Eléctrico de Potencia

Los componentes eléctricos se ajustarán a las especificaciones de la norma **IEC 61287** o equivalente.

La vida media de los contactos eléctricos de ruptura será de al menos **400,000 km**.

Los aparatos eléctricos se ventilarán eficientemente.

El diseño del equipo evitará la entrada de agentes exteriores tales como agua y polvo, de acuerdo al grado de protección requerido, además se debe evitar el desmontaje de los equipos para la realización del mantenimiento preventivo.

Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo IGBT con circuito de protección de temperatura y sobrecorriente, ambos incluidos en tarjetas externas montadas sobre el semiconductor y deberán ser de última generación.

5.12.9. Protecciones y Seguridades

El sistema contará con los dispositivos de medición y protección para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento.

Los detectores respectivos serán de aislamiento galvánico entre los circuitos de tensión tracción y baja tensión. Cualquier falla será aislada por acción directa de los circuitos de control o del disyuntor ultrarrápido.

En caso de cualquier falla, el circuito de control protegerá al equipo de tracción-frenado inactivándolo totalmente y en caso de que se requiera se abrirá el disyuntor ultrarrápido.

Todas las averías del equipo de tracción-frenado se señalarán, almacenarán y se transmitirán al sistema de informática embarcada del Material Rodante.

Estas informaciones servirán a la operación y a la ayuda del mantenimiento.

La lógica de control deberá estar protegida contra el eventual contacto de la alimentación de tensión tracción, por lo que no deberá existir la posibilidad de que los circuitos de control sean expuestos a la tensión tracción.

Para baja tensión todas las protecciones estarán constituidas por interruptores magneto-térmicos con accionamiento automático y manual, de respuesta adecuada a la función a proteger, se instalarán en el interior del cofre, fácilmente accesibles al personal de mantenimiento, para su rearme.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 111 DE 168

La solución técnica del sistema de control de los equipos VVVF deberá tomar en cuenta que, al presentarse el fenómeno de patinaje o deslizamiento de los neumáticos, o bien al existir diferencias de diámetro en los neumáticos entre los ejes de un mismo bogie, no afecten el funcionamiento del sistema de Tracción-Frenado ni de la transmisión, previendo que no habrá sobrecarga a los componentes del reductor debido a una transferencia de par motor.

Se deberá considerar la protección que prevea un par motor excepcionalmente alto para proteger a los componentes de la cadena cinemática en caso de corto circuito asimétrico del equipo de Tracción-Frenado.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar a “EL STC”, en la etapa de revisión de diseños, una descripción completa de todas las protecciones eléctricas y electrónicas que se empleen en el sistema de Tracción-Frenado con su respectiva justificación técnica, anexando los diagramas que muestren las protecciones e indiquen las características de funcionamiento.

5.12.10. Sistema de Control y Señalización

Los equipos electrónicos de control del sistema de tracción serán diseñados y construidos utilizando tecnología de microprocesadores de última generación, cumpliendo el protocolo de comunicación con otros equipos informáticos, apegándose al protocolo de comunicación TCN, serial o equivalente, con funciones de autodiagnóstico.

Estarán concebidos para realizar las funciones de registro y memorización de información, indicando condiciones en las que se presentaron las anomalías previas, durante y posteriores al evento, así como la hora y la fecha del mismo, con capacidad mínima de almacenamiento equivalente a **15 días** de servicio.

Los equipos electrónicos de control del sistema de tracción deben ofrecer:

- Función de autodiagnóstico en forma automática y a petición manual, mediante la cual se compruebe el funcionamiento de los circuitos de control y de potencia, indicando los resultados a través del monitor en cabina o por medio de una computadora portátil.
- Visualización en tiempo real de los eventos sin afectar su registro en memoria ni otras funciones, para tal motivo deberá instalarse un puerto serie Ethernet por inversor, accesible en el panel del compartimiento de pasajeros de cada coche motriz.
- La comunicación con el sistema de control de Tracción-Frenado por medio de una computadora portátil (laptop PC) se podrá efectuar directamente en forma local, por medio del puerto serie Ethernet previsto en el panel de compartimiento de pasajeros.
- Además, a través de la red de la informática embarcada del Material Rodante podrá establecerse la comunicación desde cada cabina de conducción a través de los dispositivos previstos para tal fin.
- Comunicación amigable por medio de menús de fácil interpretación, rápido procesamiento y en idioma español.
- Señalizaciones locales en el cofre del equipo en forma detallada y de manera general en cabina para indicaciones de avería del equipo.

Además de lo indicado en el **capítulo “Informática Embarcada”**.

5.12.11. Aparatos de Mando y Control

El manipulador de la cabina será de tipo deslizante (accionamiento lineal). La posición neutra estará en la parte media de su desplazamiento. El manipulador tendrá las siguientes posiciones identificadas:

- Frenado de urgencia (FU).
- Frenado de servicio (F1 a F6).
- Neutro (N).
- Tracción (T1 a T5).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 112 DE 168

El pasó del manipulador por cualquiera de las siguientes posiciones: FU, F6, F3, N, T1 y T5 deberá ser apreciable al tacto por el conductor.

El manipulador estará dotado de un dispositivo de hombre muerto sensible al tacto.

El manipulador estará dotado de un dispositivo que le permita, al ser abandonado en cualquier posición de tracción, regresar al menos al grado de frenado F3, así mismo cuando se abandone en los puntos de frenado permanezca en tal posición.

La generación de las señales de mando de Tracción-Frenado contará con redundancia.

En caso de defecto del equipo de control principal, un dispositivo automático conmutará sobre el equipo redundante.

Esta conmutación se señalará en la cabina de conducción.

Cualquiera de los dos mandos (principal y redundante) deberá asegurar la conducción normal del tren.

El frenado de urgencia se realizará por medio del manipulador a través de una línea de tren independiente del mando de tracción-frenado.

La ausencia de tensión en esta línea provocará el accionamiento de éste. En complemento a las características del manipulador ver **capítulo “Equipos y Accesorios de Cabina”**.

5.12.11.1 **Conmutador de Marcha Emergente en Conducción Manual**

En caso de falla de la señal de mando de Tracción-Frenado tanto la principal como la redundante, se podrá continuar la marcha del tren comandándose la tracción y frenado a través de tres líneas de tren que permitan los siguientes grados de tracción y frenado: T3, T2, T1, N, F1, F2, F4 y F6, que permita una velocidad máxima de 35 km/h. Por medio de un conmutador que active este tipo de marcha.

5.12.11.2 **Conmutador de Maniobra**

Se deberá colocar un conmutador en cabina que permita la alimentación de los circuitos para un modo de conducción denominado “MANIOBRA” (cuando no está disponible el CBTC) que será empleado para la circulación de los trenes en vías secundarias, depósito, taller, maniobras de aproximación u otras, con aceleración de 0.7 m/s² y la velocidad máxima del tren será de **15 km/h**, con señalización para el conductor de este tipo de marcha.

El accionamiento de este conmutador deberá ser registrado en el registrador electrónico de eventos del tren, para su control.

5.12.12. **Conmutador “Escobillas-Trole” KFP**

“EL LICITANTE GANADOR” instalara un conmutador “Escobillas-Trole”, que permita la alimentación de los circuitos de potencia por medio de la toma de taller alimentada por un trole suspendido de una línea aérea.

El accionamiento de este conmutador podrá hacerse indistintamente de uno a otro lado del coche.

En el uso de la alimentación de cualquiera de los coches, en posición trole, la tracción de todos los coches se limitará al mando T1, con señalización para el conductor del punto de maniobra, y la velocidad máxima de tren no será mayor a **6 km/h**.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá incluir, en la solución técnica, la descripción y características del mando empleado para la conducción manual del tren que demuestre el cumplimiento de lo aquí solicitado.

5.12.13. **Construcción y Montaje**

Con objeto de facilitar el mantenimiento, disminuir el peso y el volumen se efectuará una construcción del tipo modular con unidades funcionales separadas, cableados y conexiones entre ellos por tomas independientes procurando unificar los elementos funcionales que permitan su intercambiabilidad.

Los cofres deberán ser fabricados con materiales resistentes a la corrosión.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 113 DE 168

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar mediante un sistema de llaves, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto.

Las puertas deben permitir total acceso a los componentes para su montaje y reemplazo por los costados del coche debiendo cumplir los requisitos en cuanto a mantenibilidad establecidos en esta especificación, y en todos los casos se garantizará su hermeticidad al agua y al polvo, el grado de protección será conforme a la norma **IEC 60529 código IP56** o equivalente, este grado de protección será puesto a consideración de "EL STC".

El bastidor del cofre será lo suficientemente robusto para soportar sin problemas las condiciones de trabajo del Material Rodante.

Todas las tapas laterales bajo bastidor del tren preverán la apertura en dos pasos hacia la parte inferior del cofre, el primer paso con una apertura no mayor a **25°** a través de un seguro en forma de gancho, para el segundo paso se liberará manualmente el seguro para permitir el abatimiento total de la tapa, evitando que obstruya las labores de mantenimiento.

Todas las tapas de los cofres bajo bastidor serán metálicas, con la robustez requerida para esta función. Las tapas de los cofres laterales deberán estar inscritas en el galibo del tren.

Como opción "**EL LICITANTE GANADOR**" podrá proponer un diseño diferente siempre y cuando cumpla con los requerimientos de seguridad, estanqueidad, inmunidad electromagnética y mantenibilidad antes citados.

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá entregar durante la fase de revisión de diseños del proyecto, las características de los cofres y sus tapas, para su aprobación por parte de "EL STC".

La conexión de los cables de potencia que unen a los semiconductores con otros elementos del circuito se deberá realizar en el interior del cofre. Los cables de control que llegan a éste, se deberán conectar mediante tomas múltiples roscadas.

La inductancia del filtro se colocará en la soportería bajo bastidor del coche en forma segura, es decir que el cofre deberá descansar en los soportes del bastidor y no soportar el peso a través de la tornillería y, en todo caso, no deberá transmitir vibraciones a éste.

Su aislamiento será **Clase F** o superior y estará protegida contra cuerpos extraños que afecten su funcionamiento y sus bornes de conexión estarán situados en una caja unida a su estructura. Estará ventilada por convección natural.

5.12.14. Motores de Tracción (Tipo monomotor o bimotor)

5.12.14.1 Características Generales

El motor de tracción será asíncrono de rotor tipo jaula de ardilla, con alimentación de corriente alterna trifásica suministrada por los equipos VVVF.

Sus características serán las adecuadas para conseguir que los trenes circulen en las condiciones previstas en esta especificación y de forma que la recuperación de energía sea óptima en toda la gama de velocidades hasta **3 km/h**.

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá incluir, en su solución técnica, la siguiente información relativa a los motores de tracción: curvas características del motor en donde se representen, en función de la velocidad de rotación, en todo el dominio de funcionamiento de la máquina, las siguientes variables:

- El par.
- La corriente.
- La tensión.
- La frecuencia.
- El rendimiento.
- El deslizamiento.

Estas características generales definen las funciones básicas necesarias para el sistema de mando y cálculo del desempeño del tren.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 114 DE 168

“**EL LICITANTE GANADOR**” podrá representar la velocidad y esfuerzo de tracción del tren en lugar de la velocidad de rotación y el par de motor. Si se utiliza el esfuerzo de tracción será necesario que presenten la información relativa a las pérdidas de transmisión. Además, deberá incluir la siguiente información:

- Datos correspondientes al régimen continuo y al régimen uní-horario que incluyan la potencia y temperatura Máxima.
- Valores de las corrientes máximas admisibles por el motor durante 1, 15 y 30 minutos.
- Características de los devanados y aislamientos (los cuales serán de clase 200 o superior).
- Peso del motor completo.

5.12.14.2 **Construcción y Montaje**

La fijación del motor, deberá cumplir con los requerimientos de seguridad y fácil accesibilidad para su mantenimiento.

Los motores estarán provistos de una caja con bornes que permita las conexiones con el equipo de potencia y control.

El sistema de ventilación estará diseñado de tal forma que evite la llegada de agua y polvo al interior de los motores.

Asimismo, se deberá prever en éstos un sistema de sujeción para el traslado por medio de un polipasto.

Los motores de tracción serán sometidos, durante la etapa previa a la producción, a los ensayos previstos en la norma **CEI 349** o equivalente.

El motor de tracción deberá estar concebido para garantizar su mantenimiento mayor (overhaul) cada **800,000 km**.

La vida útil de los rodamientos deberá ser de al menos **1,000,000 km**.

El intervalo mínimo para el cambio de grasa deberá ser de al menos **400,000 km**.

5.13. SISTEMA DE GENERACIÓN Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA

5.13.1. Convertidor Estático

5.13.1.1 **Características Generales**

La energía eléctrica para los diversos sistemas y circuitos auxiliares del tren será suministrada por convertidores estáticos montados bajo los coches remolques. Estos equipos tendrán un funcionamiento independiente para que, en caso de avería de uno de ellos, los otros continuarán operando normalmente.

Algunos sistemas del tren que serán alimentados por el convertidor estático son: las puertas de acceso a usuarios, la iluminación, los circuitos de control, la carga de la batería, los circuitos auxiliares y de señalización, el registrador electrónico de eventos, Ventilación Forzada, entre otros.

Las cargas de los distintos equipos del tren estarán uniformemente distribuidas (balanceadas entre los convertidores).

Así mismo en caso de avería de alguno de ellos los convertidores restantes serán capaces de abastecer todos los servicios del tren en corriente alterna y directa, por un periodo de al menos **60 minutos**.

En caso de avería de alguno de los convertidores estáticos, el sistema informático del Material Rodante tiene que avisar al CBTC.

5.13.1.2 **Condiciones de Funcionamiento**

Para la generación de corriente alterna y directa, se deberán utilizar convertidores estáticos con voltajes de salida de 220 VCA trifásico a 60 Hz y 72 VCD.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 115 DE 168

La tensión con la que deberá funcionar el convertidor estático es la proporcionada por la alimentación de tensión tracción, debiendo operar satisfactoriamente en el rango de operación de la tensión de línea.

Estando el tren preparado, el encendido y paro del convertidor estático se producirá en el momento en que la tensión tracción aparezca y desaparezca respectivamente.

Los efectos provocados por cualquier interrupción transitoria de la tensión tracción, no tendrán consecuencia alguna en el funcionamiento del convertidor.

El filtro de entrada estará constituido por un circuito "LC". Éste deberá dimensionarse para soportar sobretensiones propias de una línea de tracción eléctrica.

Los convertidores podrán funcionar ya sea en vacío o con carga máxima; de igual forma, las cargas podrán ser conectadas o desconectadas sucesivamente, sin importar cuál sea el orden.

Asimismo, los convertidores estáticos deberán soportar durante su funcionamiento las anomalías que se presentan de manera común en este tipo de operaciones.

Si durante el funcionamiento normal se interrumpe la conexión de la batería; por ejemplo, por la fusión del fusible, el cargador de batería del convertidor continuará funcionando como fuente de alimentación.

Las salidas de tensión de corriente directa y alterna deberán estar aisladas de manera galvánica de la tensión tracción.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su solución técnica, la descripción del convertidor estático.

➤ Características de Alimentación.

La tensión disponible en los bornes de la batería deberá permitir el control y arranque del convertidor aun cuando su valor sea de 35 VCD.

Asimismo, en caso de haber presencia de tensión tracción podrá ser puesto en marcha el convertidor estático por sus propios medios a través de un arrancador cuando la batería se encuentre totalmente descargada, y además a través de la maniobra de traspaso de batería y corriente alterna del remolque del otro elemento, sin que influya en su desempeño normal.

Como parte de las funciones de control y monitoreo se debe prever en caso de falla de alguno de los convertidores las funciones de alimentación tanto en corriente directa como en corriente alterna sean automáticamente transferidas al convertidor en buen estado, las señalizaciones respectivas en el monitor de cabina y en la caja de señalización **"BS"**.

Cuando el tren se encuentre apagado la demanda de corriente de las baterías hacia el convertidor estático será nula.

Respecto al circuito de entrada se utilizará un fusible y un filtro de entrada. Además, debe contar con protección para el caso de inversión de la polaridad de alimentación de la tensión tracción.

Las características de alimentación de tensión tracción que debe de cumplir el equipo serán acorde a lo indicado en el **capítulo "Tensión de Alimentación"**.

➤ Características de Salida.

Salida para Corriente Alterna	
Tensión de salida:	220 V trifásica.
Regulación:	± 5%
Forma de onda:	Sinusoidal
Frecuencia:	60 Hz ± 1%
Distorsión armónica:	Inferior al 5%
Potencia de salida en régimen continuo:	En función de las cargas consideradas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

Factor de potencia:	> 0.85
Capacidad de sobrecarga:	La que resulte necesaria en apego al cumplimiento de esta especificación.

Salida para Corriente Continua	
Tensión nominal:	72 VCD.
Ondulación:	1 V pico a pico
Potencia en régimen continuo:	En función de las cargas consideradas
Arranque en caso de batería descargada	Sistema de Batería Muerta
Regulación:	2%
Rango para el ajuste de la tensión de carga de batería:	En función de las cargas consideradas
Eficiencia para tensión nominal y carga máxima:	85% como mínimo
Capacidad de sobrecarga:	La que resulte necesaria en apego al cumplimiento de esta especificación.

➤ Sistema de Enfriamiento.

Los semiconductores de potencia IGBT serán adecuadamente enfriados por ventilación natural, tomando en cuenta en su diseño la utilización de materiales no contaminantes. Los semiconductores no podrán estar inmersos en fluido refrigerante.

➤ Características de los Materiales.

Todos los materiales eléctricos y componentes utilizados en el proyecto se someterán a la aprobación de "EL STC" durante la fase de revisión de diseños.

Todos los componentes y tarjetas del convertidor serán totalmente intercambiables, sin que sea necesario efectuar operación alguna de ajuste ni adaptación.

Todos los componentes que deban ser desmontados por avería o ser revisados por mantenimiento estarán dispuestos de modo que sean perfectamente accesibles sin necesidad de realizar desmontajes previos, adoptándose un sistema de tipo modular.

➤ Arrancador a Batería Muerta

- El convertidor estará dotado de un arrancador a batería muerta, bajo la condición de que exista alta tensión en el convertidor, este proveerá mediante un contacto seco de relé, una salida de corriente directa en baja tensión para inicializar el encendido del tren, el fabricante del tren asociará esta tensión para iniciar el encendido del tren sin carga en las baterías desde las botoneras de encendido del tren ubicadas en las cabinas.

➤ Protecciones y Seguridades.

El convertidor contará con los órganos de medida y protección suficientes para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento.

Las protecciones estarán constituidas por detectores electrónicos, con aislamiento galvánico donde la seguridad lo requiera, entre los circuitos de tensión tracción y baja tensión.

Además, se incluirá un fusible de protección para el circuito de entrada. Estos fusibles deberán ser de respuesta adecuada al circuito respectivo.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 117 DE 168

El convertidor estático deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de tensión tracción del convertidor.
- Protección contra sobrecargas en las líneas de salida. En este caso, el convertidor deberá apagarse durante tres segundos para permitir a los diferentes circuitos regresar a sus condiciones normales de funcionamiento. Transcurrido este tiempo, arrancará nuevamente. Si la sobrecarga ha desaparecido, el convertidor seguirá funcionando normalmente; en caso contrario, se volverá a apagar durante tres segundos y posteriormente encenderá; si persiste la sobrecarga en el siguiente intento de encendido, el convertidor quedará fuera de servicio definitivamente (máximo tres intentos de encendido). Lo mismo debe ocurrir en el caso de avería interna.
- Protecciones contra fallas por temperaturas elevadas.
- Protecciones internas para sobrecorrientes y sobre voltajes en los semiconductores de potencia.

En todos los casos, el primer nivel de protección contra los defectos será asegurado por los circuitos electrónicos, los cuales actuarán sobre el mando de la potencia o el corte de la alimentación de la tensión tracción, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá someter a consideración y validación de **“EL STC”** las protecciones aplicadas.

➤ Electrónica de Potencia.

Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo IGBT con circuito de protección de temperatura y sobrecorriente, ambos incluidos en tarjetas externas montadas sobre el semiconductor y deberán ser de última generación.

➤ Electrónica de Control.

La lógica de control del convertidor deberá emplear microprocesadores de última generación con función de autodiagnóstico, y estará concebida para realizar las funciones de registro y memorización de información, indicando las condiciones en las que se presentaron las anomalías previas, durante y posteriores al evento, así como la hora y la fecha del evento, con capacidad mínima de almacenamiento equivalente a 15 días de servicio, estará constituida para que, por medio de un equipo portátil, se pueda verificar su funcionamiento total y detectar todas las averías del mismo, así como también en el panel del compartimiento de pasajeros y mediante un puerto serie Ethernet se pueda extraer el archivo de datos.

Además, deberá estar conectado a la red de la informática embarcada del tren por medio de la cual se podrá tener acceso a través de ésta para que le informe su comportamiento en todo momento.

El contenido y la presentación de los datos concernientes al estado de funcionamiento del convertidor serán posteriormente acordados entre **“EL STC”** y el LICITANTE durante la fase de revisión de diseños.

➤ Montaje y Construcción de los cofres.

Los cofres de los convertidores se colocarán en la soportería bajo bastidor del coche en forma segura, es decir que el cofre debe descansar en los soportes del bastidor y no soportar el peso a través de la tornillería.

Alternativamente, para cajas fabricadas mediante perfiles de aluminio, **“EL LICITANTE GANADOR”** podrá proponer una solución de fijación del cofre del convertidor diferente, siempre y cuando cumpla con la norma **MIL-STD-882** o equivalente que sirve de base para los requerimientos de seguridad exigidos por **“EL STC”** en estas especificaciones.

La solución alternativa que proponga **“EL LICITANTE GANADOR”** podrá ser aprobada por parte de **“EL STC”** durante la fase de revisión de diseño, en el entendido de que para que **“EL STC”** considere cualquier alternativa, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá demostrar y garantizar a satisfacción de **“EL STC”** que el sistema de fijación alternativo que propone, efectivamente brinda niveles de seguridad iguales o superiores a los señalados en el párrafo anterior y que cumple con los niveles de seguridad exigidos por **“EL STC”** en estas especificaciones.

Los cofres serán robustos, ligeros, resistentes a las tensiones mecánicas, estáticas y dinámicas previstas y, además, totalmente herméticos al polvo y al agua, de conformidad a la norma **IEC 60529 código IP56** o equivalente.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 118 DE 168

A excepción del compartimiento donde se alojen las bobinas y transformadores.

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar mediante una llave de tren, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto respectivamente.

Las puertas deben permitir total acceso a los componentes para su montaje y reemplazo por los costados del coche. Se preverá un sistema de apertura de dos pasos, debiendo ser el primero de seguridad.

Las tapas de los cofres deberán apegarse a lo establecido en el **capítulo “Estructura de la Caja”** referente al tema correspondiente a cofres laterales. Así mismo las tapas de los cofres laterales deberán quedar inscritas dentro del gálibo del tren.

La intemperie y condiciones de servicio a que se verán sometidos los convertidores, no ocasionarán perturbación alguna en su funcionamiento ni fatiga en sus componentes.

5.13.2. Bancos de Batería

En cada coche remolque se deberá instalar una batería formada por celdas recargables de níquel-cadmio sinterizadas, conectadas en serie.

Este banco de baterías estará conectado en paralelo a los circuitos del tren que lo requieran.

La carga de los bancos de baterías se efectuará mediante el convertidor estático, el cual permanecerá conectado en flotación, esto, mientras el convertidor estático se encuentre trabajando.

Las baterías deben cumplir con las normas eléctricas y mecánicas internacionales **IEC 60623, UIC 854, IEC 77.**

En el caso de que los convertidores estáticos no suministren energía eléctrica al banco de baterías y suponiendo que el estado de carga de dicho banco sea de 3/4 de su capacidad nominal, éste deberá garantizar la alimentación del control del tren, así como la alimentación a las puertas de acceso a usuarios y de la iluminación de emergencia, durante 60 minutos como mínimo.

Así mismo, los bancos de baterías tienen que ser dimensionadas por garantizar la alimentación del CBTC en modo apagado durante 96 horas. Un dispositivo deberá ser capaz de proveer el estado de carga de las baterías al CBTC.

El banco de batería debe incluir un dispositivo capaz de proveer el estado de carga de las baterías y la autonomía. El MRO tiene que proveer esta información de carga de las baterías al CBTC.

Las indicaciones de la polaridad y datos técnicos de fabricación, deben ser claras, legibles, durables y estar marcadas en relieve.

Los recipientes de las celdas del banco de baterías deberán ser fabricados conforme a la norma **UL 94V-0** u equivalente. Los elementos serán recargables y totalmente intercambiables.

El banco de baterías se debe ubicar en un bastidor de acero inoxidable que permita colocar varios contenedores, esto con el fin de asegurar su protección, fijación y mantenimiento.

Además, deberá tener un sistema que permita su deslizamiento hacia el exterior del coche para su inspección, mediante un sistema de rodamientos adecuado a esta función, se deberán colocar conectores seguros y robustos que permitirán desconectarla para su cambio.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá considerar todas las protecciones con relación al bastidor, a fin de que no se produzcan accidentes o descargas anormales de las baterías.

El bastidor estará protegido contra la corrosión provocada por el electrolito y permitirá el cambio fácil de una o varias baterías o celdas.

Se incluirán agarraderas de manipulación que deberán fijarse sólidamente, además se evitará que los tornillos, tuercas u otros elementos sobresalgan del interior de la caja.

La batería estará perfectamente aislada del bastidor y situada de tal forma que tenga una ventilación adecuada para evitar la acumulación de los gases.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 119 DE 168

Las baterías deben ser de mínimo mantenimiento, el rellenado deberá llevarse a cabo de manera rápida y fácilmente, de un modo fiable y preciso, con un dispositivo de llenado de agua, de tal forma que todos los elementos se rellenen simultáneamente desde un mismo punto.

Los tapones de rellenado de los elementos no deberán contener piezas móviles, lo cual permitirá un funcionamiento totalmente fiable.

La vida útil de la batería será mínima de 15 años.

5.14. SISTEMA DE GENERACIÓN Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA NEUMÁTICA

5.14.1. Generación y Distribución de Aire Comprimido

Comprende la generación, tratamiento, almacenamiento y distribución del aire comprimido y está integrado por moto-compresores, secadores de aire, depósitos principales y auxiliares, válvulas, equipos de regulación, protecciones y accesorios para su interconexión.

La producción de aire comprimido deberá ser suficiente para que las funciones que desempeñan los equipos de accionamiento neumático, principalmente las de seguridad del tren, se cumplan conforme a lo establecido en esta especificación.

En caso de falla de este sistema afectando la seguridad, el MRO debe avisar al CBTC que el tren no está listo para una operación automática y aplicar un frenado de emergencia por ejemplo (el CBTC, impedirá los movimientos de este tren).

Las presiones de arranque y paro del compresor, serán determinadas en la etapa de revisión de diseños.

Se dispondrá de un secador de aire entre el grupo moto-compresor y el tanque de almacenamiento. La apropiada selección de los componentes que realice **“EL LICITANTE GANADOR”**, deberá garantizar un suministro de aire seco y limpio.

El diseño del sistema neumático será calculado de tal forma que se asegure que el grupo moto-compresor arranque el menor número de veces posible durante su operación.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar en la etapa de revisión de diseños la descripción y los diagramas del sistema neumático que proponga, así como los cálculos de consumo de aire y la tasa de funcionamiento de cada compresor, considerando los equipos de accionamiento neumático previstos en la presente especificación; entre los que destacan: el sistema de frenado neumático, la suspensión secundaria, así como el aire seco empleado en la regeneración del material adsorbente del propio secador.

5.14.2. Gestión de la generación de aire

En la puesta en marcha del tren, los compresores del tren se activan para acelerar el llenado del tren con aire y que permanezca en funcionamiento hasta que se obtenga una presión al menos de **8.5 bares** en el conducto de depósito principal.

Dos compresores deben tener la capacidad suficiente para permitir que la presión de la tubería de equilibrio alcance 8.5 bars a los **5 minutos**.

Un sistema puede estar integrado al circuito neumático para evitar alimentar la suspensión secundaria, a fin de alimentar de forma prioritaria el sistema de frenos, para alcanzar más rápidamente un nivel de presión que permita al tren empezar a funcionar antes de llegar al máximo nivel de presión en todo el sistema neumático.

Luego este mismo sistema abrirá el conducto dedicado al sistema de suspensión a fin de completar la alimentación de aire del tren hasta alcanzar el máximo valor de presión de operación del conducto principal.

El funcionamiento normal de los compresores en el tren operara automáticamente como un sistema redundante, es decir; en caso de falla de uno de ellos, el servicio diario se podrá continuar sin ninguna restricción utilizando dos de los tres compresores en condiciones nominales, sin ningún problema para la prestación del servicio normal a usuarios.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 120 DE 168

Se realizará una gestión inteligente de los 3 compresores a fin de optimizar el ciclo de trabajo y ecualizar el tiempo de operación de los compresores, utilizando reguladores de presión que se definen en valores adecuados de alta/baja presión.

Cada tren está equipado con capacidades de aire con la dimensión necesaria para brindar un funcionamiento correcto y el sistema será compuesto de:

- un depósito principal por coche,
- un depósito auxiliar (freno) por coche.

Estos depósitos se alimentan por el conducto principal.

La continuidad del conducto principal entre los coches está asegurada por las llaves y mangueras de sujeción.

Los siguientes subsistemas están alimentados por los depósitos principales:

- Sistema de frenos (a través del depósito auxiliar de freno),
- Sistema de freno de estacionamiento,
- Equipo de suspensión de aire (a través del depósito de suspensión),
- Funciones neumáticas auxiliares
- El tamaño de los depósitos toma en cuenta:
 - los requerimientos de seguridad de los depósitos auxiliares de frenos, cuando la presión de la Tubería de equilibrio se reduce a un nivel mínimo, se deben poder llevar a cabo menos de 3 detenciones completas de los frenos de emergencia con la reserva de los depósitos auxiliares de freno.
 - la adecuación con la operación normal del tren durante el servicio diario,
 - el requerimiento del compresor.

5.14.3. Unidad de Compresión de Aire

El compresor deberá ser un equipo de alto rendimiento de aplicación ferroviaria (del tipo rotativo o reciprocante libre de aceite) y con capacidad de cumplir ampliamente los requerimientos de gasto de aire comprimido que demanden los trenes, con un periodo de mantenimiento mayor (overhaul) no menor a **750,000 km** acoplado directamente a un motor de corriente alterna trifásica.

En los 3 coches remolque se contará con un grupo moto-compresor (o sea **3 grupos moto-compresor por tren**) que funcionará bajo un régimen de administración alternada, equivalente a una tasa de trabajo del 30%, controlado por el sistema de informática embarcada del tren.

En caso de falla del control de la informática embarcada los compresores funcionarán libremente bajo el régimen de arranque y paro en el rango de presiones acorde con el diseño del tren, con el menor número de arranques y paros durante su operación.

En condiciones extremas degradadas en las que el control de la informática embarcada se encuentra en falla y/o dos de los compresores se encuentre fuera de servicio, el compresor restante deberá garantizar el suministro de aire durante al menos **60 minutos** de tal forma que permita la llegada del tren a la terminal más próxima.

Toda condición de falla deberá ser señalizada en el monitor de cabina y en la caja de señalización **“BS”**, y registrada en el equipo informático de señalización y registro.

Cada grupo moto-compresor estará dispuesto bajo el bastidor de los coches remolque mediante una estructura sujeta sólidamente al bastidor del coche.

Este grupo dispondrá de elementos elásticos en el motor y en la unidad de compresión de aire, que limiten la transmisión de vibraciones al bastidor y que permitan un fácil desmontaje e inspección durante las labores de mantenimiento.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 121 DE 168

El nivel de ruido máximo permitido será de **75 dB** medidos a **1.5 m**.

Se deberá considerar que el sistema de sujeción de la estructura que soporta al grupo moto-compresor debe ser diseñado bajo el esquema de soportería de seguridad conforme a los requerimientos establecidos en el **capítulo “Estructura de la Caja”**.

En caso de proponer compresor rotativo, deberá contar con filtros de gran eficiencia y prolongada vida útil, así como con separadores de aceite de alta eficiencia y durabilidad, libres de mantenimiento, con el fin de que el compresor tenga el mínimo consumo de aceite, de tal manera que no afecte la vida útil de los elementos filtrantes y no disminuya la calidad del aire comprimido requerido para el buen funcionamiento de los equipos neumáticos del tren.

La temperatura de descarga de aire comprimido será acorde con las características del funcionamiento del secador de aire seleccionado para obtener la calidad de aire apropiada de acuerdo a la norma **ISO 8573 clase 4.3.4** para el buen funcionamiento de los equipos del sistema.

El compresor deberá contar con las protecciones de presión y temperatura necesarias para evitar daños a los equipos y al personal de mantenimiento.

Las conexiones eléctricas, neumáticas y mecánicas serán robustas, confiables y de fácil instalación, respetando las normas aplicables que exige la operación del sistema ferroviario.

Con el fin de verificar el adecuado funcionamiento del compresor, este deberá tener instalados, contadores de tiempo de funcionamiento y arranques, dichos contadores no podrán ser modificados.

El periodo entre mantenimientos sistemáticos del compresor será por lo menos de **30,000 km** y su revisión general (overhaul) no menor de **750,000 km**.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá incluir, en su solución técnica, la información relativa a las características del compresor, incluyendo gasto, peso y dimensiones, y en la revisión de diseños complementar esta información con la forma de sujeción al tren, los elementos elásticos que servirán para amortiguar las vibraciones del grupo moto-compresor, así como del sistema de soportería de seguridad utilizado.

5.14.4. Motor Eléctrico

El motor que se utilizará para accionar los compresores será tipo jaula de ardilla, alimentado en corriente alterna trifásica 60 Hz.

En el diseño, fabricación y pruebas del motor se deberán satisfacer el aislamiento **Clase H** y autoventilado.

Deberá contar sobre la carcasa con una caja de conexión hermética que permita su empalme con los circuitos del coche a través de una toma rápida.

La vida útil de los rodamientos será de al menos **750,000 km**.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá considerar los criterios de mantenibilidad para efectuar las labores de inspección y mantenimiento que se requieran.

5.14.5. Inversor del Grupo Moto-compresor

“**EL LICITANTE GANADOR**” presentará una solución en la que la alimentación del motor del compresor se realice desde el convertidor estático del carro remolque correspondiente del tren.

El convertidor será capaz de alimentar todas las cargas definidas en el **capítulo “Convertidor Estático”** de esta especificación, y adicionalmente la carga de un compresor.

La alimentación eléctrica del compresor se realizará desde el convertidor estático más próximo, y ante la falla de éste, el sistema estará preparado para alimentar automáticamente el compresor desde el otro convertidor estático (o sea un convertidor estático podrá alimentar hasta 2 moto-compresores).

En este supuesto se contempla únicamente el funcionamiento de uno de los compresores.

Esta solución será presentada durante la etapa de revisión de diseños a “**EL STC**” para su aprobación.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 122 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar en su revisión de diseños la información relativa a las características eléctricas del motor, incluyendo su peso y sus dimensiones.

También describirá el circuito de arranque, control y protecciones del motor, así como las características del inversor propuesto.

5.14.6. Secador de Aire

El aire comprimido, después de la salida del compresor, pasará a través de un secador de aire adecuado al gasto/caudal, operación y condiciones ambientales, que permita garantizar una temperatura de punto de rocío tal, que evite la condensación de agua en el depósito principal del aire comprimido y en el conducto de equilibrio.

El secador de aire, de tipo regenerativo, estará constituido por una torre de secado y una de filtrado, drenando automáticamente cada vez que pare el compresor.

Se podrán aceptar otros diseños de secador de aire, cumpliendo los niveles exigidos de fiabilidad y las características de funcionamiento requeridas.

5.14.7. Tanques de Aire Comprimido

“EL LICITANTE GANADOR” preverá un depósito principal para almacenamiento de aire comprimido en cada coche remolque, de una capacidad suficiente, la cual será definida en la etapa de revisión de diseños, de manera tal que asegure el suministro de aire a los equipos neumáticos del tren sin variaciones perceptibles en la presión.

Los depósitos principales estarán en comunicación por medio de un conducto de equilibrio, de la cual saldrán las derivaciones para los diversos circuitos neumáticos.

Estos depósitos serán fabricados en acero inoxidable que garanticen una vida útil de cuando menos **40 años**, deberán cumplir en diseño y construcción con las prescripciones establecidas para recipientes a presión según el código ASME o equivalente.

Se deberán prever facilidades para el mantenimiento interior del tanque.

Así mismo, los depósitos contarán con las válvulas de purga, verificación y de seguridad necesarias.

Existirán depósitos auxiliares para alimentar los equipos de frenos y suspensión neumática.

Éstos serán de las mismas características de construcción a los depósitos principales.

5.14.8. Control, Mando y Regulación

Cada coche remolque contará con un grupo moto-compresor controlado por el sistema de informática embarcada del tren (o sea 3 grupos).

Todos los parámetros de operación y falla de los grupos moto-compresores serán permanentemente controlados y vigilados por el sistema informático del tren y visualizados en el monitor de cabina (TMC), en caso de falla del sistema informático, el control de arranque y paro deberá ser independiente a través de líneas de tren.

Además, esta situación deberá ser señalizada en el monitor de cabina (TMC) y en la caja de señalización **“BS”**.

En caso de falla de un moto-compresor y/o que no proporcione el gasto/caudal suficiente para llegar a las presiones de servicio, la informática embarcada deberá detectar tal situación informando a través del monitor de cabina (TMC).

En caso de falla del control de la informática embarcada los grupos moto-compresores funcionarán bajo el régimen de un circuito sincronizado de arranque y paro, mediante líneas de tren cableadas, en el rango de presiones acorde con el diseño del tren.

Cada coche remolque, deberá contar con un presostato para la medición de presión que comande el arranque y paro.

Para el arranque actuará el mando de los grupos cuando el primer presostato detecte la presión mínima de trabajo; y el paro, cuando el último presostato detecte la presión máxima.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 123 DE 168

Se contará con un conmutador de aislamiento del motor del compresor que permita controlar la alimentación del mismo durante las intervenciones de mantenimiento y será del tipo utilizado en la rama ferroviaria. Este conmutador se ubicará dentro del mismo coche que el grupo moto-compresor.

Deberá instalarse en cada remolque un manómetro para la vigilancia del conducto de equilibrio y en cada coche, sea motriz o remolque, se instalará un manómetro para la presión de frenado.

Los manómetros para la presión de frenado serán ubicados dentro de los coches, a la vista (en parte superior).

La ubicación de los manómetros para la vigilancia del conducto de equilibrio de frenado será definida durante la fase de revisión de diseños.

Así mismo se instalará un transductor de presión que este monitoreando la presión del conducto de equilibrio y que esta información sea enviada al registrador electrónico de eventos como señal analógica aun con tren apagado.

Cada grupo moto-compresor contará con sus propios contadores de arranques y tiempo de trabajo no reseteables.

5.14.9. Instalación Neumática

Las tuberías a instalar y sus conexiones deberán ser fabricadas en acero inoxidable y sus conexiones deberán ser inoxidable, de sección suficiente para los flujos y presiones requeridos, tomándose en consideración que los compresores se encontrarán en todos los coches remolques que en caso de falla de alguno de ellos las caídas de presión para abastecer de aire desde un extremo hasta el otro no deberá ser perceptible.

Las conexiones serán del tipo de anillo integrado a la tuerca e integrado al tubo. La tubería será del tipo sin costura.

La instalación de las mangueras de unión deberá respetar los radios mínimos de curvatura, considerando el movimiento relativo entre sus extremos. Los materiales serán resistentes a los aceites, solventes y agentes atmosférico. La unión de mangueras entre caja y bogie deberá ser segura y de conexión roscada o rápida.

Todos los órganos involucrados para la medición de presión en los coches, mangueras, válvulas, tuberías y depósitos deberán sujetarse a las Normas Internacionales aplicables y estar perfectamente identificados.

Se proyectará la instalación de tuberías en forma que la mayoría de los elementos se agrupen en paneles neumáticos para asegurar una instalación compacta, de fácil manejo y mantenimiento.

La fijación de la tubería al bastidor se efectuará por medio de bridas. La distancia entre dos bridas consecutivas, así como la distancia entre éstas y los equipos neumáticos debe ser determinada de forma que se eviten:

- Las vibraciones de tuberías.
- Esfuerzos sobre conectores, equipos y sus órganos de fijación.
- El golpeteo sobre elementos de las tuberías o de los equipos.

El radio de curvatura de las tuberías neumáticas será el mayor posible.

El paso de las tuberías a través del piso de los coches será realizado de forma que se eviten entradas de aire al interior de los coches.

Las tuberías deben instalarse tan rectas como sea posible y con el mínimo número de uniones.

El sistema de tuberías debe fijarse para evitar el desplazamiento tanto de las tuberías como de los demás elementos unidos a ellas a consecuencia de las vibraciones por el peso u otras causas.

En la disposición de tuberías, se evitarán las curvaturas donde puedan acumularse productos de condensación.

La fijación de las mangueras flexibles debe evitar el rozamiento con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

Las llaves de aislamiento del circuito neumático deben ser fácilmente accesibles y libres de mantenimiento. Las manijas de las mismas estarán en línea con la tubería cuando las llaves estén en posición abierta.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 124 DE 168

Durante la fase de diseños se estudiará con "**EL LICITANTE GANADOR**" la factibilidad de aislar automáticamente (con válvulas u otros dispositivos) parte del conducto de equilibrio, en caso de fuga de aire en esta parte del conducto.

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá garantizar que el sistema neumático del tren, en las condiciones de tren apagado y FU aplicado tenga una caída máxima de **0.3 bar** en **20 minutos**.

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá incluir en su diseño los elementos necesarios para que el grupo moto-compresor y secador de aire, en caso de falla o cuando el tren se apague, queden aislados neumáticamente del sistema de distribución de aire.

5.15. INFORMÁTICA EMBARCADA (DEL MATERIAL RODANTE)

5.15.1. Generalidad

El sistema contará con una red dedicada y redundante a la cual estarán conectados todos los equipos del tren.

Este sistema constituye una red de datos conforme a la norma **IEC 61375**.

El sistema deberá considerar en su diseño el número de entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas, y puntos de conexión a la red que permitan realizar todas las funciones de control y monitoreo del tren y del CBTC. Además, se debe considerar un 20% de reserva.

Este sistema de control y monitoreo supervisará el funcionamiento del tren, además el sistema deberá integrar un sistema de ayuda a la operación y al mantenimiento, considerando los siguientes aspectos:

- Utilización de circuitos específicos y líneas del tren con hilos para la realización de las funciones de seguridad.
- Aplicación de tecnología de lógica programada, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La comunicación entre los equipos embarcados se realizará mediante de una arquitectura de buses jerarquizada.

Los métodos de ayuda para detectar, registrar y analizar fallas, así como aquellos para ayudar a la operación deberán ser descritos por "**EL LICITANTE GANADOR**" en su oferta técnica, tanto en lo que se refiere a la arquitectura informática y sus softwares, sus protocolos asociados, como el equipamiento embarcado y auxiliar en talleres de mantenimiento.

Además:

- El software deberá ser amigable (user friendly software), orientado al uso de personal operativo y de mantenimiento de trenes.
- El idioma para estos sistemas será el español.

Los sistemas propuestos deberán integrarse al concepto de fiabilidad operacional y mantenibilidad del tren y serán aprobados por "**EL STC**".

La integración de tales funciones, permitirá implementar sistemas de "autodiagnóstico", cuyos resultados memorizados facilitarán las operaciones de mantenimiento, y además proporcionará las informaciones de estado, necesarias para la operación.

Todo órgano o sistema informatizado, a la preparación del tren, deberá ejecutar automáticamente las rutinas de autodiagnóstico y de integridad, cuyo informe quedará grabado en el dispositivo de registro de diagnóstico del sistema del tren.

Cada subsistema del tren, deberá estar provisto de interfaces de diagnóstico, los cuales deberán ser leídos por equipamientos de diagnóstico portátiles genéricos (de preferencia con interfaz web a través de un navegador).

Para todos los equipos existirá una toma informática de mantenimiento en cada uno de los coches.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 125 DE 168

Las tarjetas electrónicas estarán provistas de indicadores visuales o LED para la indicación de su correcto funcionamiento, éstos deberán estar visibles en la parte frontal de la tarjeta electrónica o sistema, además, estarán provistos de puntos de medición debidamente rotulados, para efectuar el diagnóstico de averías. Los valores característicos deberán ser entregados en los manuales de mantenimiento de los equipos.

"**EL LICITANTE GANADOR**", deberá suministrar los software e interfaces necesarias (tipo Ethernet preferentemente) para la lectura e interpretación de la información registrada una vez que los medios de almacenamiento sean obtenidos por red o llevados a computadores de taller (tipo PC), tanto para el Sistema de Ayuda a la Operación, Sistema de Registros de Variables de la Operación, Sistema de Ayuda al Mantenimiento y demás softwares específicos de equipos inteligentes.

Los programas de ayuda al mantenimiento preventivo y correctivo deberán ser abiertos y podrán habilitarse en cualquier número de computadores portátiles (y con versiones de Windows distintas) y usarse en forma simultánea, sin que sea necesaria la utilización de llaves de Hardware y/o Software para su uso.

Estas llaves estarán expresamente rechazadas.

"**EL LICITANTE GANADOR**" deberá declarar en su oferta que cumplirá este requisito.

El sistema monitor (TMC) del tren se utilizará para:

- Optimizar la función de conducción.
- Mejorar el nivel de disponibilidad general del material y reducir los tiempos de intervención en mantenimiento correctivo.
- Minimizar la complejidad del cableado.

Las funcionalidades del Sistema de Ayuda a la Operación serán sometidas a la aprobación de "**EL STC**" durante la etapa de revisión de diseños.

Proporcionará en la cabina de conducción las informaciones de ayuda para el conductor de los trenes.

Estas informaciones serán por lo menos:

- Composición del tren (número y tipo de coches);
- Estado de componentes de los trenes, como puertas de acceso de pasajeros, puertas de cabinas, onduladores de tracción frenado, convertidores estáticos, frenos, compresores, ventiladores, algunos conmutadores, el ID del conductor, etc...;
- Magnitud de variables operativas tales como velocidad, presión de aire comprimido, carga (peso) del tren, tensión tracción, tensión de baterías y otros a definir entre "**EL STC**" y "**EL LICITANTE GANADOR**";
- Avisos de fallas al PCC, agrupadas según su importancia en la operación de los trenes.

El sistema de ayuda al mantenimiento corresponde al monitoreo de los equipos y elementos que ejecutan las funciones del tren durante su funcionamiento.

Estará orientado, en general:

- A la ayuda para solucionar averías mediante la visualización de registros de diagnósticos de averías;
- Al mantenimiento preventivo y predictivo mediante la información de registros históricos del funcionamiento de algunos equipos.

En correlación con el Sistema Informático Embarcado del Material Rodante cada registro debe estar acompañado por el número del tren, número y tipo del coche, hora, fecha y sistema involucrado.

Registrará el nombre o código de identificación de todos los conjuntos principales que componen el tren. Ante cada evento podrá identificar el conjunto, subconjunto o elementos con falla probable o real.

Para los eventos que correspondan a una misma avería o falla, el sistema debe ser capaz de almacenar la última de ellas y mantener un contador con el número de veces que ésta ha ocurrido.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 126 DE 168

5.15.2. Concepción General del Sistema de Control y Mando

La arquitectura del sistema de control y mando del tren deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda a la operación y al mantenimiento, considerando los siguientes aspectos:

- Utilización de circuitos específicos y líneas de tren para la realización de las funciones de seguridad.
- Aplicación de tecnología informática, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La arquitectura y el equipo informático a bordo deben asegurar que el sistema pueda escalarse, de manera que sea posible efectuar fácilmente modificaciones y extensiones de las aplicaciones.

A nivel del tren debe preverse una reserva mínima del 20% para las señales lógicas y analógicas.

El sistema informático a bordo del tren será utilizado para:

- Monitoreo de la conducción y operación (TMC).
- Controlar y/o monitorear los equipos auxiliares y de Ventilación.
- Ayuda a la conducción, operación y mantenimiento.
- Registro de parámetros.

El sistema informático garantizará la independencia en el control de las funciones críticas y de seguridad para el funcionamiento del tren, de manera que la disponibilidad del conjunto no se vea afectada si llega a producirse una avería en uno de los componentes de dicho sistema informático.

En caso de cualquier avería del sistema no afectará la seguridad, el control ni la conducción del tren.

Las funciones que no están directamente relacionadas con la seguridad, ligadas a condiciones imprescindibles para asegurar la operación del tren en condiciones degradadas, podrán efectuarse a través del propio sistema informático, o bien ponerse en servicio de manera forzada en caso de avería de este sistema.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá incluir, en su solución técnica, la información que permita evaluar el sistema de todas las funciones de mando, control, monitoreo, señalización y ayuda al mantenimiento que serán procesadas a través del sistema de informática embarcada sin que se vean afectados los circuitos de seguridad. Asimismo, incluirá las características del hardware del sistema.

El equipo de informática embarcada deberá ser de tecnología de vanguardia y comprobado en uso real. “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá precisar las características del mismo.

5.15.3. Características de Funcionamiento

El sistema de informática embarcada tendrá las siguientes características:

- Monitoreo, mando y control de los eventos generales en el tren sin afectar la seguridad.
- Almacenar en memoria FIFO (memoria circular) los eventos de al menos 23 días sobre la operación del tren con indicación de la fecha y hora.
- Almacenar con fecha y hora en memoria las condiciones presentadas (en lo posible) 100 milisegundos antes y 100 milisegundos después de cada avería.
- Comunicación con los demás equipos informatizados a bordo, a través de una red (sistema centralizado de información y sistemas de ayuda al mantenimiento de los equipos principales del tren), tales como: Registrador Electrónico de Eventos, Grupo Moto-compresor, Convertidor Estático, Sistema de Tracción-Frenado, Ventilación, Sistema de Puertas de Pasajeros y de Cabinas, Sistema de Comunicaciones, Sistema de Pilotaje Automático CBTC, (y en su caso el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Sistema de Video-Información entre otros), etc. Se deberá cumplir con la Norma **IEC 61375-1**, también conocida como **TCN** (Train Communication Network), **MVB** (Multifunctional Vehicle Bus) o equivalente (como **Ethernet**).

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 127 DE 168

Además, contará con interfaces seriales, puerto serie Ethernet u equivalentes para extracción de datos con posibilidad de consultar el registro histórico de fallas.

- Efectuar auto pruebas y diagnósticos del sistema.
- Efectuar su sincronización horaria a través del CBTC (o del sistema de comunicaciones embarcadas si el CBTC no está funcionando correctamente).
- Contar con señalización de fallas propias del sistema, en forma local y en cabina.
- Todas las fallas que le reporten a la informática embarcada los diferentes sistemas del tren se deben presentar en un monitor (TMC) en la cabina de conducción con una alarma acústica de intensidad y duración ajustable (por personal de mantenimiento) y una descripción clara y breve de la falla, con indicaciones al conductor respecto a las acciones a tomar según la falla presentada. Así mismo se deberán presentar en el monitor de cabina (TMC) todos los señalamientos de avería o estado del tren que se consideran en la caja de señalización ("BS"), en todos los casos deberá indicar el coche en el que se da el evento o avería.
- Las tarjetas y elementos no deberán ser dañados o degradados por los componentes atmosféricos del medio ambiente.
- El sistema que se implemente debe estar funcionando correctamente en algún sistema de transporte tipo metropolitano con un mínimo de cinco años de operación.

A fin de que las fallas que se presenten en el sistema de control informático no afecten la continuidad del servicio ni la operación del tren, "EL LICITANTE GANADOR" deberá incluir en su diseño las redundancias en los buses de comunicación, los autómatas maestros, así como en cualquier otro equipo informático que "EL LICITANTE GANADOR" considere crítico.

Las funciones de seguridad (por ejemplo, freno de urgencia y operación de las puertas) estarán efectuadas por líneas de tren que no dependan directamente del sistema de informática embarcada, pero que conozca las condiciones de operación de las mismas para su señalización, registró y monitoreo.

Por medio del monitor de cabina (TMC) y para mantenimiento a través de un equipo portátil podrá realizarse lo siguiente:

- Simulación de señales de entrada y salida.
- Monitoreo del estado de las salidas.
- Efectuar auto prueba para verificar el funcionamiento general del equipo.
- Extraer los datos almacenados en las memorias del sistema mediante un puerto serie Ethernet o equivalente (a aprobar por "EL STC").
- Señalizar averías del mismo.
- Visualizar información en tiempo real de la operación del tren de todos los parámetros monitoreados en la terminal de cabina (TMC), así como a través de una computadora portátil en cada coche mediante puerto serial Ethernet o equivalente (a aprobar por "EL STC").
- Presentación oportuna y sencilla de los datos para facilitar la interpretación de los mismos y así ayudar al mantenimiento correctivo del tren (no se permite la presentación en forma de códigos).
- Preparación automatizada de reportes de la operación a partir de los datos almacenados.
- Búsqueda de eventos específicos determinados a partir de funciones lógicas de las señales registradas.
- Cualquier otra que durante la etapa de diseño se considere incluir.
- Facilidad de exportación de datos a hojas de cálculo tipo Excel para elaboración de reportes estadísticos.

El sistema tendrá incorporado un programa de auto prueba que se ejecutará al encender el equipo.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 128 DE 168

La interrupción de la alimentación eléctrica del sistema de control informático no deberá provocar consecuencia alguna en su funcionamiento (cuando regresa la alimentación eléctrica), por lo que, al normalizarse reanudará en forma automática su operación y mantendrá en memoria los eventos registrados.

El equipo contará con protecciones internas en caso de que la tensión de alimentación o de que las señales de entrada sobrepasen sus valores máximo y mínimo.

La corriente demandada será nula o casi nula cuando el tren esté apagado.

Cuando se realicen las actividades de mantenimiento y se desconecte la batería del tren, la información almacenada en el equipo deberá ser asegurada a través de un tipo de memorización sin batería con vida útil extendida.

5.15.4. Funciones Auxiliares Integradas a la Informática

Las funciones de operación y control que; a título indicativo, mas no limitativo, deben ser integradas en el sistema de informática embarcada incluirán las siguientes funciones, más las que “**EL LICITANTE GANADOR**” considere convenientes, a fin de optimizar el uso de este equipo, en los términos establecidos en esta especificación.

FUNCIÓN	ATRIBUCIÓN
Funcionalidades asociadas a los Requerimientos del CBTC y COM	De acuerdo a las especificaciones de: Especificación funcional CBTC Anexo A5.1, Especificaciones Interfase CBTC-MRO anexo A5.x y Telecomunicaciones e información al usuario anexo A5.5.
Aislamiento a la tracción de un bogie motor	Aislamiento cuando se presente una avería y solo se permite un coche.
Traspaso de corriente alterna y de corriente directa	Ejecución del traspaso de batería y de corriente alterna automáticamente al presentarse un elemento apagado o falla de alguno de los convertidores estáticos.
Freno de estacionamiento	Accionamiento automático o manual.
Accionamiento de compresores	Administración de compresores.
Bypass de KFS desde el IHM del PCC vía CBTC	Bypass del circuito de puertas enclavadas desde e IHM del PCC vía CBTC

Nota: Cada vez que se ejecute alguno de los comandos indicados en la tabla a través de la informática embarcada, estas acciones del conductor deben quedar registradas.

Las funciones de supervisión de la operación que; a título indicativo, pero no limitativo, deben ser consideradas en el sistema de informática embarcada incluirán los siguientes equipos:

Sistema de Tracción Frenado	Sistema de Pilotaje Automático CBTC
Sistema de Puertas	Convertidor Estático
Sistema Neumático	Moto-compresores
Suspensión Neumática	Freno de Estacionamiento
Sistema de sonorización (ver sistema de comunicaciones embarcadas)	Radioteléfono (ver sistema de comunicaciones embarcadas)
Registrador Electrónico de Eventos (caja negra).	Palancas/dispositivos de emergencia (KFS) y de desenclavamiento de las puertas
Conducción	Conmutadores y llaves de operación de tren

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 129 DE 168

Sistema de Antipatinaje	Ventilación
Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) (ver sistema de comunicaciones embarcadas)	Sistema de Video información (ver sistema de comunicaciones embarcadas)
ID del Conductor	Aperturas de las Puertas de Cabina con E-botón
Detección de Neumático Bajo	

Estas funciones deberán ser acordadas durante la etapa de revisión de diseños.

Características de la Red Informática del Material Rodante:

La red informática es independiente de la red medios audiovisuales y de la red del CBTC las tres redes deben de ser concebidas en redundancia tanto de Hardware como software. De acuerdo a las especificaciones tanto de CBTC como la de comunicaciones estas intercambiarán información.

Los trenes contarán con una red informática moderna y comprobada, distribuida en cada uno de sus coches, basada en tecnología de sistemas abiertos y estándares.

La red permitirá su interconexión para extracción de datos y monitoreo a través de computadoras portátiles por medio de puertos serial Ethernet o equivalentes, instalados en los equipos locales de la informática embarcada de cada coche.

- El sistema de interconexión estará basado en un cableado que permita tener un BUS redundante de comunicación de alta velocidad mayor o igual a **10 Mbps**, que garantice la función satisfactoriamente.

La red debe poseer una alta capacidad de desempeño, fiabilidad y escalabilidad.

El sistema operativo de la red deberá permitir trabajar con los diversos programas individuales de comunicación que existan en cada uno de los equipos informáticos que se interconecten a la red.

La red informática del tren será redundante. En caso de falla de un canal de la red, el tren no deberá afectarse.

- Esta red redundante será enlazada con el equipo de Pilotaje Automático CBTC. En caso de falla de una parte de la red informática del tren, el enlace con el CBTC (por la otra parte de esa red informática del tren) no deberá ser afectado.

Características de la Información en Cabina.

- La información obtenida a través de la red a bordo del tren se presentará mediante representaciones gráficas y mensajes de texto amigables al conductor y al personal de mantenimiento.
- Los datos disponibles y utilizados por el sistema se procesarán con el propósito de obtener:
 - La información de las averías presentadas en el Material Rodante.
 - Ayuda a la conducción en todos los casos de avería.
 - La información sobre el estado del tren.
- La información al personal de mantenimiento para facilitar el diagnóstico para el mantenimiento preventivo y correctivo.
- El formato y contenido de la información presentada será motivo de una aprobación por "EL STC" durante la fase de revisión de diseños.

5.15.5. La red informática y la sincronización con puertas de andén

En la etapa de revisión de diseño se definirá que la red de informática del tren deberá compartir información del sistema que le permita:

- Sincronizar el funcionamiento del sistema de puertas de pasajeros para compartirlo en la sincronización con puertas de andén, y en su caso informar sobre la condena de alguna puerta.

	TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 130 DE 168

- o La información y sincronización del servicio de puertas deberá de incluir compartir funcionamiento bidireccional de puertas condenadas.

El informe de peso y la sincronización del servicio de puertas serán transmitidos por esta red para su ocupación en la interface correspondiente en la instalación fija.

5.15.6. Características del Equipo Portátil y Fijo de Servicio

Para la obtención de la información registrada en los equipos informáticos del tren será necesario el suministro de **20 equipos portátiles** (CPU mínimo Intel I7 o equivalente, pantalla mínimo 15 pulgadas) y **4 fijos** (CPU mínimo Intel I7, con pantalla de mínimo 22 pulgadas) de procesamiento y control.

Estos equipos deberán contener el software de los equipos informáticos embarcados con sus respectivas licencias de uso al nombre de "EL STC". Las características se determinarán en su oportunidad con "EL LICITANTE GANADOR".

Los equipos portátiles deberán cumplir con las normas **MIL STD** o equivalente de diseño y fabricación de uso rudo, para resistir impactos y el grado de protección para garantizar la estanqueidad.

5.15.7. Software de Análisis de Datos

"EL LICITANTE GANADOR" deberá proporcionar toda la información que "EL STC" requiera del software de análisis.

Todo el software de este proyecto, así como sus respectivos manuales deberán estar totalmente en español.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá entregar a "EL STC" todos los derechos de propiedad y licencias de uso de todo el software. "EL STC" se reserva el derecho de modificar el software o subcontratar su modificación en caso de que el proveedor desaparezca o no sea capaz de hacer lo requerido dentro de los límites aceptables de costo y tiempo.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá proporcionar a la entrega de los equipos de servicio portátil y fijo, el software para el control del equipo, para el análisis de los registros, el de comunicación con los equipos portátiles y el desarrollado para comunicarse con los demás equipos informáticos embarcados, los cuales serán entregados 1 mes antes de la recepción del primer tren.

"EL LICITANTE GANADOR" deberá proporcionar los equipos de servicio portátil y fijo un mes antes de la recepción del primer tren.

Además, deberá entregar todos los programas de usuario, manuales de capacitación y las licencias de uso correspondientes, tanto para los equipos suministrados como para los equipos adicionales propiedad de "EL STC", conforme a los requerimientos establecidos en el **capítulo "Estudio y Aprobación del Proyecto de Fabricación de Trenes"**. Durante vigencia del contrato "EL STC" podrá solicitar alguna modificación al software y firmware en caso de que se requiera. Al término del contrato "EL LICITANTE GANADOR" presentará una oferta de servicio por otros 5 años. "EL STC" contará con las licencias permanentes para su uso, que le permitan las recargas de software a los equipos adquiridos.

5.15.8. Ayuda al Mantenimiento

El objetivo es permitir la puesta en operación de los trenes dentro de los plazos más breves, gracias a un diagnóstico de la avería de primer y segundo nivel de intervención de mantenimiento correctivo, por lo que en el monitor de cabina (TMC) y en el equipo portátil se podrá consultar la información ya clasificada de cada avería (no presentarlos en forma de códigos).

Durante la operación, algunos equipos ejecutarán una supervisión de los órganos que los componen y producirán mensajes de mantenimiento.

El sistema de ayuda al mantenimiento permitirá homogeneizar y centralizar estos mensajes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 131 DE 168

En el transcurso de la operación, un conductor podrá ejecutar las indicaciones correspondientes a una recomendación que le haya sido notificada por la informática embarcada derivada de una avería y/o comportamiento del tren.

Al presentarse una avería o falla; el personal de mantenimiento podrá, a partir de una terminal de cabina (TMC), consultar los datos durante la operación en tiempo real o durante las pruebas correspondientes, además, podrá dirigir pruebas funcionales a equipos y consultar sus resultados, lo anterior también se podrá realizar a través de una computadora portátil conectada a la red del tren.

5.15.9. Caja de Señalización “BS”

Adicionalmente al monitor de la terminal de cabina (TMC), se contará con un panel de señalización con textos iluminados con diodos emisores de luz, que permita la presentación de eventos generales en el tren para información al conductor.

Esta será independiente de la red de la informática embarcada y será alimentada por hilos de tren. **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá demostrar en la etapa de revisión de diseños el cumplimiento de este requerimiento.

Estos equipos de señalización deberán contar con la iluminación adecuada, permitiendo una visibilidad y legibilidad de la información al conductor desde su posición normal de conducción y con un ángulo amplio de visión, la pantalla se instalará sobre el pupitre de conducción.

Se debe prever, para el caso de circulación de los trenes en superficie, que la reflexión de la luz solar no impida su lectura.

La alimentación eléctrica de la caja de señalización (BS) deberá ser independiente de la terminal de cabina (TMC).

La interrupción de la alimentación eléctrica normal no deberá provocar consecuencia alguna en el funcionamiento de la caja de señalización, por lo que al normalizarse reanudará en forma automática su operación.

La caja de señalización será estanca y la pantalla deberá estar protegida contra vandalismo.

5.16. REGISTRADOR ELECTRÓNICO DE EVENTOS

Los trenes deberán contar con un dispositivo para medir, registrar, procesar, mostrar y transmitir parámetros relacionados con el funcionamiento de sus equipos, los cuales permitirán conocer el comportamiento general del tren, así como, el de sus principales sistemas y en caso de incidentes, realizar el análisis de los parámetros de la operación del tren, que en consecuencia permita el deslinde de responsabilidades.

Los datos de la informática embarcada, así como la información del registrador electrónico de eventos deberá incluir la función de transmisión de datos a puestos fijos vía red RMS de comunicaciones (ver Anexo A5.5 Telecomunicaciones e Información al Usuario), se deberá proporcionar un software de análisis automatizado de la información, el cual debe proporcionar los reportes de operación del tren y la Línea. Los equipos de recepción de datos e información en los puestos fijos serán a cargo del “EL LICITANTE GANADOR” y deberán ser en las siguientes zonas; Taller Zaragoza, Local Técnico en Observatorio, Local Técnico en Pantitlán, PCC1.

En el pupitre de cada cabina se instalará un odómetro-velocímetro, que desplegará en pantalla, en dimensiones tales que sean fácilmente visibles por el conductor, la hora, la fecha, el kilometraje recorrido y la velocidad en forma analógica y numérica.

La distancia registrada como recorrida debe corresponder a la distancia real.

La hora y la fecha del reloj interno del de la informática embarcada y del registrador electrónico de eventos serán autónomas y se actualizarán periódicamente a través de la red de telecomunicaciones con la fecha y hora de esta, así mismo también se sincronizará la fecha y hora de red informática embarcada y la de todos los equipos asociados. La actualización de la fecha y hora no afectara los datos ya almacenados. En la etapa de revisión de diseños se definirá a detalle esta funcionalidad.

El registrador electrónico de eventos deberá contar con puertos de comunicación serial Ethernet u otro tipo estándar a través de los cuales sea posible conectar el equipo a un sistema de cómputo portátil para programarlo y extraer la

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 132 DE 168

información. Además de proporcionar un puerto de comunicación que se pueda conectar al sistema informático embarcado.

El registrador electrónico de eventos deberá tener las siguientes características:

- Resistencia a condiciones ambientales extremas las cuales se indican en el **capítulo "Características Operativas"**.
- Capacidad de almacenamiento de datos de al menos **30 días** de operación continúa.
- Modularidad.
- Sistema escalable (el número de señales a registrar, la capacidad de memoria y manejo de funciones).
- Garantizar gran confiabilidad en la precisión de los datos almacenados.
- Sencillez para la presentación y análisis de la información.

5.16.1. Funciones Generales

Las funciones mínimas que debe realizar el registrador electrónico de eventos son:

Medición, memorización y procesamiento de informaciones analógicas y digitales, tales como: velocidad del tren, distancia recorrida, aceleración del tren, tensión de línea, grado de tracción o frenado aplicado, presión del conducto de equilibrio, torque del motor de tracción, modos de conducción, apertura y cierre de puertas, líneas de seguridad, posición de conmutadores, frenado comandado por el pilotaje automático, todos los parámetros que se señalizan en la caja BS, unidades neumáticas de frenado aisladas, entre otras. En la etapa de revisión de diseños se definirá la totalidad de registros por parte de "EL STC".

5.16.1.1 Extracción de datos y configuración de parámetros de acuerdo a un nivel de acceso

- 1er nivel de acceso; deberá permitir:
 - Recuperación de los datos memorizados y almacenados.
- 2do nivel de acceso; deberá permitir actualizar los siguientes parámetros:
 - Fecha.
 - Hora.
 - Registro de la Línea en la cual se encuentra circulando el tren (dos caracteres alfanuméricos).
 - Programar el kilometraje inicial con el que iniciará el registrador.
 - Número económico del tren, indicado con los números de los coches con cabina, que permita quince caracteres alfanuméricos.
- 3er nivel de acceso deberá permitir modificar los siguientes parámetros:
 - Nombre y unidades de las señales que se registran. El equipo deberá contemplar, por lo menos, el registro de 12 señales analógicas y 48 digitales, dentro de las cuales se deberán prever las señales indicadas en la norma **IEEE 1482.1** y las que se acuerden durante la revisión de diseños, en caso de quedar algunas disponibles deberá quedar instalado el cableado desde el registrador hacia las tablillas de conexiones.
 - La frecuencia de muestreo podrá ser modificada por el personal de "EL STC" autorizado.
 - Claves de acceso con grados de prioridad. Se tendrá la posibilidad de activar, cambiar o anular una clave de acceso.
 - Posibilidad de modificar el factor de escala de los parámetros analógicos.

5.16.1.2 Características generales

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 133 DE 168

- Recuperación de todos los datos memorizados y almacenados en un tiempo de extracción menor a **5 minutos** (desde el interior del tren).
- Capacidad para realizar extracciones parciales definiendo el período por parte del operador.
- Registro del personal que realiza la apertura y cierre de cualquiera de las puertas de acceso a la cabina, sea de operación o mantenimiento de "**EL STC**".
- Puertos seriales Ethernet. Se podrán programar los parámetros a través del puerto de comunicación.
- Presentación de la información en forma de gráfica, tabular y de reporte con la opción de exportar a hojas de cálculo Excel (el formato será definido y validado entre "**EL STC**" y "**EL LICITANTE GANADOR**" en la etapa de revisión de diseños).
- Presentación gráfica en tiempo real de las señales programadas a través de una computadora portátil (sin afectar la operación del resto de las funciones).
- Vigilancia permanente de su propio funcionamiento; en caso de que cualquiera de sus funciones se detecte defectuosa, se deberá activar la información visual en el monitor de cabina.
- El equipo enviará los datos por medio de un sistema de transmisión remota inalámbrica (red radio RBA). Se deberán prever puestos de recepción de datos (tipo PC fijo, PC portátil u otro por definir). Estos deberán tener la capacidad de procesar de manera automática y emitir informes conforme a los requerimientos que "**EL STC**" señalará en la etapa de revisión de diseños.

5.16.2. Características Operativas

La capacidad de manejo de señales será amplia, deberá medir y registrar cada cambio de todas y cada una de las señales analógicas y digitales que estén conectadas al equipo.

Los interfaces con el tren deberán ser con aislamiento galvánico u opto-acoplados.

El equipo deberá tener una capacidad de memoria suficiente para almacenar, al menos, 30 días de operación normal del tren.

En el caso de señales digitales deberá registrar todos los cambios de estado que se estén dando en las señales monitoreadas.

En el caso de señales analógicas deberá registrar todos los cambios de estado que se registren mayores al 2% que se estén dando en las señales monitoreadas.

De requerirse, el tiempo de muestreo de señales analógicas podrá ser modificado por medio de software en múltiplos de porcentaje de cambio con respecto al rango de variación de la señal, es importante señalar que la variación de la frecuencia de muestreo no alterará significativamente la exactitud y precisión de ninguna de las señales.

El diseño propuesto que cumpla con todo lo anterior debe ser puesto a consideración de "**EL STC**", en la etapa de revisión de diseños.

Para el caso de las señales digitales el **uno lógico** se tomará a partir de 40 Volts y el **cero lógico** de 0 a 10 Volts. Cualquier valor que no esté definido ni como **cero** ni como **uno** según los valores aquí citados deberá ser marcado por el registrador como valor indefinido.

A fin de facilitar el análisis de la información almacenada por el registrador electrónico de eventos, cuando sea necesario, ésta podrá ser desplegada gráficamente en tiempo real con la ayuda de una computadora portátil, sin afectar la memorización de los datos.

Además, se podrá memorizar a voluntad la información gráfica que se desee.

El equipo debe tener la flexibilidad necesaria para modificar el número de señales analógicas y digitales que se deseen muestrear, todas las señales deben ser independientes y totalmente aisladas, las conexiones de las señales del tren al registrador electrónico de eventos se realizarán con conectores múltiples de acción rápida.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 134 DE 168

El registrador electrónico de eventos debe contar con un reloj interno que permita situar, con exactitud y precisión, en el tiempo los eventos registrados. La memoria del registrador electrónico de eventos debe utilizar tecnología moderna.

El reloj del registrador electrónico de eventos se sincronizará periódicamente con la fecha y hora de la red de Telecomunicaciones.

El sistema de la señal del indicador de velocidad debe operar independientemente del registrador electrónico de eventos para permitir que en casos de no funcionamiento del registrador no se pierda la indicación de velocidad al conductor.

Los datos del módulo de memoria (caja negra) deberán ser recuperables en cualquier condición, aunque se averíe o destruyan las tarjetas electrónicas que conforman el registrador electrónico de eventos.

La pantalla del velocímetro-odómetro se debe proteger contra golpes y ralladuras provocadas por vandalismo.

El diseño y la fabricación del registrador electrónico de eventos, el indicador de velocidad y el odómetro deberán permitir su adecuada operación bajo condiciones extremas de servicio y en el medio ambiente del área metropolitana de la Ciudad de México de acuerdo a la siguiente tabla como referencia, por lo que deberán considerarse los ajustes correspondientes:

Rango De Temperatura Ambiente De Operación	-10 a +85 Grados Centígrados
Vibración Admisible	3G Desde 5 Hz
Humedad Relativa Máxima	90 %

El módulo de memoria (caja negra) donde se almacenarán los datos deberá cumplir con los estándares definidos en la norma **IEEE Standard 1482.1**, en cuanto a los criterios de:

- Choque de impacto y vibraciones (CPM).
- Penetración.
- Alta temperatura.
- Compresión estática.
- La operación normal del registrador electrónico de eventos no deberá alterar el funcionamiento de los demás equipos del tren.
- Una falla en cualquiera de los componentes del registrador electrónico de eventos (fuente alimentación, CPU, interfaces I/O, y/o sensores), no deberá afectar la operación de los sistemas del tren y deberá ser registrada en el monitor de cabina.
- El registrador electrónico de eventos continuará registrando señales, aun cuando el tren este apagado (invariablemente las señales analógicas de velocidad, tensión de línea y presión de la tubería de equilibrio se registrarán aun con tren apagado).
- El tiempo de extracción (desde a bordo del tren) de todos los datos contenidos en la memoria, aun cuando ésta se encuentre llena, se debe realizar en menos de **5 minutos**.
- Para la transmisión remota se deberá considerar, al mínimo la información almacenada en la memoria durante las últimas **10 horas** de operación. El tiempo de transmisión no deberá exceder de **30 segundos**, sin pérdida de los datos que se transmitan.
- En caso de sustitución del equipo en un coche la re inicialización del registrador electrónico de eventos se debe realizar en forma automática una vez alimentado el mismo.
- El equipo debe ser concebido bajo un diseño modular de manera que, por una parte, sea fácil y rápida su reparación en caso de falla, y por otra pueda incrementarse su capacidad de registro de datos, así como poder agregar funciones adicionales, incrementando en módulos las tarjetas digitales y analógicas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 135 DE 168

- A fin de hacer una vigilancia constante del estado funcional de todo el equipo, el registrador electrónico de eventos incluirá un sistema de auto prueba que permita señalar oportunamente averías propias, tanto localmente como en cabina, a través de la red informática embarcada para facilitar el mantenimiento correctivo.
- Para vigilar y garantizar un correcto ajuste de las informaciones analógicas registradas, el registrador electrónico de eventos debe contar con un sistema de calibración programable (software) que permita cambiar los factores de ajuste.
- La memoria histórica deberá ser del tipo circular. Una vez que la memoria se sature, la información más reciente reemplazará a la más antigua.
- El acceso a los procesos de inicialización de la memoria histórica deberá ser restringido a través de una clave de seguridad programable a ser utilizada sólo por personal autorizado, además debe poder asignar niveles de acceso a los diferentes usuarios, por ejemplo:
 - Nivel de acceso tipo 1. Permiso de acceso para modificación de parámetros.
 - Nivel de acceso tipo 2. Permiso de acceso para extracción de datos, edición y análisis.

Se preverá el equipo y/o el software necesario que permita minimizar los errores de distancia recorrida que se graban en el registrador electrónico de eventos, debido a efectos de la geometría de los neumáticos por desgaste, presión, carga, etc. Y adicionar un dispositivo que permita recalibrar la distancia recorrida al menos en cada terminal de la Línea.

Se garantizará plenamente la recuperación de la información almacenada para que pueda ser empleada de manera fidedigna ante cualquier incidente.

La ubicación de los equipos fijos se definirá con el **“EL LICITANTE GANADOR”** durante la fase de diseños preliminar.

La información recibida será fidedigna, no deberá ser alterada al ser transmitida.

El software para obtención y tratamiento de la información, deberá ser en ambiente Windows (versión mínima 8.1).

El registrador electrónico de eventos debe prever al menos tres salidas de control.

Las normas técnicas de referencia que deberán aplicarse son:

- IEEE 1482.1 Draft Standard for Rail Transit Vehicle Event Recorder.
- IEEE 1482.1-1999 IEEE Std for Rail Transit Vehicle Event Recorder.

En su propuesta **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá proporcionar toda la información que demuestre el cumplimiento de esta especificación del registrador electrónico de eventos.

5.16.3. Características de Alimentación

El equipo contará con protecciones internas en caso de que la tensión de alimentación del tren sobrepase su valor máximo, además, deberá incluir una protección contra inversión de polaridad en la alimentación de entrada. Su rango de operación deberá ser de 50 a 85 VCD.

En su solución técnica **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá proporcionar toda la información que demuestre el cumplimiento de los requerimientos establecidos para el registrador electrónico de eventos.

5.17. RED DE MEDIOS AUDIOVISUALES (MAV):

5.17.1. Red MAV

El tren dispondrá de una red redundada e independiente de la red de informática embarcada, para las funciones Sistema de Interfonía y megafonía/Voceo/sonorización, información al usuario, circuito cerrado de televisión CCTV y telefonía de trenes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 136 DE 168

Tomando en consideración lo anteriormente descrito el Licitante Ganador, deberá de considerar en los términos del Anexo A5.5 Telecomunicaciones e información al Usuario, la instalación de radio módems para conectar la red MAV del tren al sistema de comunicaciones (COM) totalmente independientes de los radio módems que se utilicen para el CBTC, por lo que no estará permitido que los proveedores pretendan unificar los radio módems del CBTC con los radio módems del sistema COM.

El sistema COM está considerada como una red multiservicios o RMS.

El tren deberá contar por cabina con dos módems de radio independientes uno de CBTC y otro de RMS (conectados a una o varias antenas distintas colocadas en el techo del tren o muy cerca del techo) que permitan transmitir los datos. Cada módem radio debe ser redundante para garantizar la continuidad de la transmisión de radio de banda ancha en caso de producirse un fallo en un equipo a bordo. Los módems de radio deben poseer una hermeticidad grado IP65 como mínimo.

Ver anexo A5.5 “Telecomunicaciones e Información al Usuario”

5.17.2. Interfonía y megafonía/voceo/sonorización, información al usuario (PIU), CCTV, telefonía de trenes.

Los trenes tendrán incorporado un sistema de conexión audio, el cual permitirá establecer:

- La comunicación de cabina a cabina entre los conductores que se encuentren en las cabinas opuestas (telefonía) (cabinas activas o inactivas).
- La comunicación entre el conductor o del PCC hacia y desde los pasajeros (Interfonía y megafonía/voceo/sonorización)
- La comunicación bidireccional Usuario-PCC mediante un botón colocado en cada KFS
- El anuncio de cierre de puertas (mensajes pregrabados)
- El anuncio de aviso de descenso de usuarios con silla de ruedas y/o con discapacidad motriz
- El anuncio automático o manual de la próxima estación por arribar
- Cualquier otra situación no prevista.

Este sistema está considerado como de alta prioridad ya que; por medio de él, se permite mantener informado a los pasajeros en circunstancias normales, en casos de falla o emergencia.

El sistema propuesto deberá tener una alta calidad sonora y fiabilidad para poder transmitir información sin lugar a confusiones y; asimismo, agilizar cualquier acción que sea necesaria.

Ver **Anexo A5.5 Telecomunicaciones e información al Usuario.**

“**EL LICITANTE GANADOR**” podrá ofrecer soluciones alternas u opciones adicionales a las previstas en este documento, a reserva de que éstas brinden una mejora técnica y/o bien económica a la solución de base que en todo momento deberá respetarse, indicando claramente su contenido y repercusiones.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá considerar las redundancias que se requieran en los equipos críticos del sistema, tanto de hardware como de software, respecto a esto deberá entregar en su oferta técnica el análisis correspondiente.

En cuanto a las características de los equipos tales como materiales de construcción, aspecto físico y tecnología utilizada son también elementos de base que en todo momento deberán tomarse en cuenta para la solución técnica de “**EL LICITANTE GANADOR**”.

5.17.2.1 **Aviso de Cierre de Puertas**

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

El aviso de cierre de puertas se deberá realizar mediante el botón único ubicado en los bloques de mando de cierre de puertas ya sea lado derecho para las puertas derechas o en lado izquierdo para las puertas izquierdas que se describen en el **capítulo “Cabinas de Conducción”**.

Cada vez que se ordene el cierre de las puertas de los salones de pasajeros, el sistema de megafonía/voceo/sonorización hará funcionar el aviso de cierre de las puertas a través de una señal audible cuyas características serán acordadas con "EL STC" además simultáneamente se deberá encender una señal luminosa intermitente a base de diodos emisores de luz, de alta intensidad de color amarillo ubicadas en el marco superior de cada una de las puertas del salón de pasajeros.

Los anuncios auditivos y visuales se suspenderán al efectuarse el aviso de cierre de las puertas.

Se emplearán los mismos altavoces del salón de pasajeros para la emisión del aviso de cierre de las puertas y solo se activarán los altavoces y señales luminosas del costado en servicio, el aviso de cierre de las puertas se deberá de llevar a cabo en una acción sincronizada con el sistema de puertas de andén.

5.17.2.2 **Anuncio de Estaciones**

Cada vez que el tren se aproxime a una estación, el sistema de sonorización emitirá automáticamente un anuncio sonoro de que esta próximo el arribo (150 metros \pm 10 metros) a la estación, indicando el nombre de la estación, la correspondencia con otras Líneas, si las hubiera, y en el caso de que se trate de una estación Terminal, se debe emitir el mensaje, “POR SU SEGURIDAD NINGUN PASAJERO DEBE PERMANECER ABORDO” este anuncio tendrá la posibilidad de ser modificado por el personal de "EL STC" el tono de llamada se escuchara antes del anuncio del nombre de cada estación.

En caso de que "EL STC" requiera cancelar un mensaje de anuncio de estación podrá hacerlo de manera manual a través de los botones de la platina de control en cabina.

5.17.2.3 **Envío de mensajes pregrabados**

Se deberá prever la codificación y envío de mensajes relativos a la operación de la Línea, tales como “PERMITA EL LIBRE CIERRE DE PUERTAS”, “FAVOR DE INDICAR POR QUE MOTIVO FUE ACCIONADA LA PALANCA DE EMERGENCIA” y otros que serán acordados con "EL STC" los cuales se podrán emitir de manera automática y manual.

Estos mensajes deberán ser visibles en la platina de control y señalización de tal manera que el conductor o el PCC pueda seleccionar el que desee de manera directa ya sea seleccionándolo en la pantalla o a través del teclado digitando el número del mensaje.

Cuando no se logre el cierre total de las puertas (enclavamiento del cierre) después de un tiempo determinado el cual podrá ser modificable se deberá emitir automáticamente el mensaje “PERMITA EL LIBRE CIERRE DE PUERTAS”

En la solución técnica “**EL LICITANTE GANADOR**” incluirá un resumen de características donde se demuestre el cumplimiento de lo requerido en este capítulo.

5.17.2.4 **Sistema de Pantallas de Información al Usuario (PIU) y de Difusión De Publicidad (DDP)**

Los trenes deberán contar con un sistema de información al usuario, el cual consiste de 4 monitores planos de aplicación ferroviaria con protección antivandálica en cada carro, así como el equipo procesador y reproductor de video en cada cabina que permita el control, programación, transmisión y reproducción de video digital a cada carro, el formato a emplear será definido en la etapa de revisión de diseños. La ubicación y dimensiones de los monitores serán tales que permitan una visibilidad desde cualquier punto del carro y serán definidas con “EL STC” durante la etapa de revisión de diseños.

La arquitectura definitiva del Sistema de Video-Información al usuario deberá ser puesta a consideración de “EL STC” por “EL LICITANTE GANADOR” en la etapa de revisión de diseños para su aprobación.

Ver **Anexo A5.5 Telecomunicaciones e información al Usuario**.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 138 DE 168

5.17.3. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

5.17.3.1 Generalidades

Los sistemas de telefonía, interfono y megafonía/Voceo/sonorización, Pantallas de Información al Usuario y Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), comprenderán una red redundada a bordo independiente de las redes de la informática embarcada y de la del CBTC, “EL LICITANTE GANADOR” deberá concebir el arreglo de redes en forma independiente y con una interface de comunicación.

Los trenes deberán ser equipados con un sistema de video vigilancia (CCTV) que permita visualizar y grabar continuamente las imágenes del interior de los carros para lo anterior se deberá prever el equipamiento necesario; cámaras de video, grabadores digitales, monitor en cabina, equipo de procesamiento de video, equipo de radio comunicación para transmisión de Video y enlace con el sistema integral RMS Red Multi Servicios en los términos del **Anexo A5.5 Telecomunicaciones e información al Usuario**.

El sistema CCTV deberá contar con un conjunto de 8 cámaras fijas, así como los correspondientes sistemas de grabación de vídeo que se encargaran de digitalización, codificación, procesamiento y grabación de todas y cada una de las imágenes procedentes de los sistemas de captación de forma continua durante 24 horas los 365 días del año, aun cuando el tren se encuentre apagado hasta un periodo de 8 horas continuas.

Se propondrá un sistema CCTV en todos los vehículos y en la cabina de conducción para monitorear tanto el interior; como el exterior de la cabina, esta última prestación nos permitirá observar el desplazamiento del carro sobre la vía. Las cámaras instaladas en salones de pasajeros (8 por cada carro), proporcionarán una cobertura completa de todas las áreas con pasajeros del tren. La cámara instalada en cabina proporcionará una cobertura completa del área del conductor (al menos).

La Pantalla del monitor de Video vigilancia (CCTV) deberá ser colocada de tal manera que permita al conductor visualizar las imágenes cuando así lo desee y automáticamente en caso de emergencia cuando haya sido accionado un dispositivo de emergencia (KFS o un interfono) en el interior de los coches, asimismo no deberá interferir con las maniobras y campo visual requerido en la operación normal del tren. En la etapa de revisión de diseños se definirá la ubicación definitiva de esta pantalla CCTV.

El conductor podrá seleccionar la imagen de 1, 2, 4 u 8 cámaras CCTV en dicha pantalla.

Es importante recalcar que todas las señales de vídeo monitoreadas por el CCTV, deberán quedar debidamente almacenadas a modo de histórico, con una capacidad de almacenamiento de al menos 7 días, primero en disco duro y posteriormente en CD, o DVD, para informes, retroalimentación, recreación, análisis de cualquier tipo de evento.

El sistema de grabación digital de imágenes, grabará durante los períodos establecidos, buscando un equilibrio entre el formato de compresión de la imagen y el almacenamiento de grandes volúmenes de información, respetando los parámetros de resolución de imagen y tiempos de grabación descritos en el presente documento.

El factor de usabilidad que se establece, es de una escala de 1 a 5, siendo 1 la de peor calidad y de nula usabilidad, y la de 5 la calidad óptima deseada para efectos de usabilidad, ya que las imágenes que se recuperen con elevado factor de usabilidad (escala 5), son el origen de material que puede ser procesado y ampliado, para obtener detalles que sean útiles como documento de trabajo e investigación, no se aceptará la recuperación de imágenes que presenten algoritmos de compresión al grado que la identificación positiva de personas sea imposible.

El sistema objeto de esta especificación tendrá interfaces con otros equipos, red informática del tren. En la etapa de revisión de diseños, se pondrá a consideración de “EL STC”, el sistema y equipamiento propuesto.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 139 DE 168

5.17.4. Telefonía de Trenes

“EL LICITANTE GANADOR” deberá instalar en los nuevos trenes el sistema de telefonía de trenes embarcada, tipo TETRA.

- Este sistema deberá contemplar como parte de sus funcionalidades la transmisión en tiempo real de datos a puestos fijos en PCC y Talleres de los parámetros más importantes de la operación del tren, tales como: modos de conducción, velocidad, estado de señalización de la caja BS, entre otros. En la etapa de revisión de diseños, se definirán los parámetros que deberán considerarse.
- Este sistema deberá ser compatible con el sistema TETRA en operación en la Línea 1 y deberá apearse a los protocolos establecidos en el Anexo A5.5.
 - Ver Anexo A5.5 **Telecomunicaciones e Información al Usuario**

5.18. CONTEO DE LOS PASAJEROS

El tren a través de la Red RMS tendrá la funcionalidad de reporte del conteo de los pasajeros del tren por carro con discriminación del sentido (entrada o salida del coche).

Los mensajes de conteos se enviarán al PCC a través de la red RMS, en tiempo diferido, en forma automática y por interrogación del PCC. Cada mensaje será transmitido con un "checksum", su hora y fecha y ubicación.

El sistema de conteo contara con una memoria interna con duración para mínimo **7 días**.

5.19. PILOTAJE AUTOMÁTICO CBTC

El sistema de pilotaje automático CBTC podrá ser suministrado por el mismo fabricante o proveedor independiente del material rodante. La instalación, pruebas y puesta en servicio de este sistema será organizado de la siguiente manera:

El suministro de todos los equipos que conforman al CBTC; Módulos de control, Módulos electrónicos, antenas, antenas lectoras de Baliza, Radios, ruedas fónicas, Visucab, conectores, accesorios, arneses, cableados especiales, repetidores, etc., deberán ser suministrados por el licitante ganador del CBTC. El licitante ganador del CBTC tendrá que realizar el estudio de instalación y conexión de sus equipos. En la etapa de revisión de diseños el representante técnico del licitante ganador del MRO y el representante técnico licitante ganador del CBTC así como el representante técnico del STC, definirán los detalles y requerimientos necesarios a considerar en el MRO para el montaje e instalación de los equipos del CBTC en el MRO. Una vez definido lo anterior y validado por todas las partes se definirá el programa de ejecución a fin de que exista sincronía en la implementación de ambos proyectos. Es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar el correcto montaje e instalación de sus equipos en el tren, de tal manera que se garantice al STC el correcto funcionamiento de todas las interfaces eléctricas y mecánicas, así mismo es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar en planta del fabricante del MRO, en conjunto con personal del STC, las pruebas estáticas y dinámicas en planta.

Todo lo anterior en los términos del **Anexo A5.12 Especificación Interfases CBTC- MRO**.

Para el caso de la implementación del sistema CBTC en 10 trenes NM-16, de igual manera se deberá respetar lo antes citado, en el entendido de que es un tren que ya está fabricado y en servicio, por lo que el licitante ganador del sistema CBTC deberá de elaborar los estudios para la adecuación de este tipo de tren al sistema CBTC, y una vez definido y avalado por los representantes técnicos del STC y del licitante ganador del MRO, las adecuaciones que se requieran a nivel del MRO estarán a cargo del licitante ganador del MRO, en los términos antes citados para los Trenes nuevos.

El tren dispondrá de una red redundada e independiente para CBTC, independiente de la red de informática embarcada e independiente de la Red MAV.

Tomando en consideración lo anteriormente descrito el Licitante Ganador, deberá de considerar la instalación de radio módems para conectar la red CBTC y la RMS totalmente independientes.

Por lo que no estará permitido que los proveedores pretendan unificar los radio módems del CBTC con los radio módems de la Red RMS.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 140 DE 168

5.19.1. Pruebas estáticas y dinámicas del PA y de la interfaz CBTC-MRO

- Tomando en cuenta que el sistema embarcado CBTC no es parte de esta Licitación, se comprobará solamente que la interfaz MRO-CBTC es operacional (funcionalmente y físicamente).
 - Para este efecto se simulará “sencillamente y parcialmente” el CBTC embarcado para probar estáticamente y dinámicamente el comportamiento de los nuevos trenes.
 - La simulación del CBTC embarcado deberá extenderse a las entradas y salidas del CBTC incluyendo los VisuCab en cabina, la conexión con el sistema informático del Material Rodante y con el sistema de comunicaciones embarcadas.
 - El simulador de CBTC embarcado será por medio de un equipo computarizado de simulación tipo PC laptop o equivalente, con las adaptaciones que “**EL LICITANTE GANADOR**” considera necesarias. “**EL LICITANTE GANADOR**” proveerá este simulador con el primer tren nuevo.
 - El simulador de CBTC embarcado no será de seguridad. El software será definido por “**EL LICITANTE GANADOR**” y según sus necesidades propias para las pruebas de interfaz.
 - No se requiere de comprobar la parte radio del CBTC, ni las funcionalidades reales del CBTC ya que no están conocidas al momento de esta Licitación.
 - Una vez que las pruebas de interfaz de CBTC simulado embarcado sean a satisfacción de “**EL STC**”, “**EL LICITANTE GANADOR**” no necesitará mantener el software ni el hardware del simulador.
 - De ninguna manera se utilizará este simulador en un tren con pasajeros.
 - Independientemente de las pruebas y simulaciones antes citadas, en la revisión de diseños y en el programa integrado de fabricación de los trenes y de los equipos del sistema CBTC se definirán las pruebas en conjunto entre el fabricante del material rodante y del sistema CBTC para asegurar que todas las interfaces CBTC - Material Rodante se cumplan de acuerdo a la especificación Anexo A5.x y A5.5.

5.19.2. Sistema de supervisión de los neumáticos.

Se contempla equipar el tren de un sistema de detección del estado de los neumáticos.

Este sistema debe ser capaz de detectar algún comportamiento anormal de los neumáticos debido a presión excesiva, baja presión, temperatura, posición en el carro, ubicación en la línea, matrícula, puesta en servicio, historial de vida.

- Se contempla detectar en tiempo real cualquier anomalía y avisar en tiempo real al conductor por medio del sistema de comunicaciones embarcadas y al PCC a través del CBTC.
- Solamente todos los neumáticos portadores serán equipados de este dispositivo.

La descripción más detallada de esta funcionalidad se detalla en el Anexo A5.1 Especificación funcional CBTC, en el apartado reacción ante la detección de neumático bajo.

6. ESTUDIO Y APROBACIÓN DEL PROYECTO DE FABRICACIÓN DE TRENES

El presente capítulo tiene por objeto establecer las condiciones y documentos que se requieren para el conocimiento, verificación y control del proyecto de fabricación de los trenes.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá presentar en su propuesta técnica un programa preliminar en gráfica de Gantt del proyecto considerando todas las fases, desde los estudios de ingeniería, revisión de diseños, pruebas tipo, tren prototipo, producción en serie pruebas estáticas y dinámicas, capacitación, recepción, puesta en servicio, evaluación de calidad del Servicio (Fiabilidad, Disponibilidad, NAFTs y cumplimiento de los programas de mantenimiento).

“**EL STC**” participará en la etapa de revisión de diseños en la planta de “**EL LICITANTE GANADOR**”, quien se obligará a proporcionarle la información técnica y el apoyo necesario para cumplir satisfactoriamente sus labores, así como sufragar todos los gastos del personal de “**EL STC**” a lo largo de todo el proyecto.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 141 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR”, deberá considerar para todas las etapas de revisión de diseño, la asistencia permanente de 5 ingenieros.

6.1. REVISIÓN DE DISEÑOS

“EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar a "EL STC" para su aprobación, a más tardar treinta días después de la firma del contrato el programa calendarizado y detallado de las actividades de revisión de diseños de todos los sistemas del tren (incluyendo subsistemas, equipos y componentes), considerando de manera informativa más no limitativa, para cada sistema su revisión preliminar y final:

- Descripción funcional y configuración del sistema.
- Interfaces.
- Notas de cálculo.
- Control de compatibilidad electromagnética.
- Programa de pruebas tipo y serie.
- Supervisión.
- Capacitación.
- Demostración del cumplimiento de las normas aplicables.
- Fiabilidad.
- Mantenibilidad.
- Disponibilidad.
- Seguridad.

La revisión y validación de diseños por "EL STC" no eximirá la plena responsabilidad de “EL LICITANTE GANADOR” respecto al suministro de los trenes.

Por consiguiente, “EL LICITANTE GANADOR” será totalmente responsable de todas las desviaciones u omisiones que pudiesen sucederse durante las etapas de diseño, fabricación, montaje, pruebas, puesta en servicio y Mantenimiento, conforme a lo requerido en la presente especificación técnica y al estricto cumplimiento de las cláusulas contractuales.

6.2. DOCUMENTOS TÉCNICOS REQUERIDOS

Los documentos que deben ser elaborados y entregados a "EL STC" por “EL LICITANTE GANADOR” durante las fases de proyecto y fabricación, están clasificados en tres categorías:

- Primera categoría: Documentos necesarios para el diseño y la construcción.
- Segunda categoría: Documentos relativos a los equipos completos.
- Tercera categoría: Documentos necesarios para la operación y mantenimiento de los trenes y sus equipos.

6.2.1. Primera Categoría

Documentos necesarios para el diseño y la construcción.

Para cada tipo de coche:

- Una lista general de partes y equipos que los integran dentro del proceso de construcción.
- Una colección completa de planos de ejecución:
 - Planos de conjunto generales y particulares.
 - Planos de montaje de equipos y de grupos de aparatos interdependientes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 142 DE 168

- Planos de construcción y dibujos de detalles que correspondan.
 - Planos de conjunto y de detalle de todos los equipos suministrados por fabricantes especializados.
 - Planos de dimensiones generales para los equipos completos suministrados por fabricantes especializados, señalando sus características principales. Estos planos indicarán todos los datos necesarios para su identificación y requerimiento de los aparatos y componentes, así como también para su inspección y recepción.
 - Diagramas funcionales de la instalación neumática y planos de la red neumática completa.
 - Diagramas y planos de cableado.
 - Diagrama funcional de la instalación eléctrica.
 - Nota de cálculo de cada una de las protecciones de los circuitos eléctricos del tren.
 - Estudio de Fiabilidad; las consideraciones en el diseño para el logro de la fiabilidad de cada uno de los sistemas propuestos, con base en las condiciones establecidas en la presente especificación.
- Un expediente de cálculo completo con la justificación del dimensionamiento y características de los órganos principales y de todos aquellos que tengan una función de seguridad, en particular:
- Estructura de cajas.
 - Equipos bajo bastidor.
 - Sistema de choque y tracción.
 - Sistema de unión caja bogíe.
 - Bastidor de bogíe.
 - Transmisión (diferencial).
 - Ejes, sistemas de rodamiento.
 - Interface riel-rueda metálica, incluir aparatos de vía.
 - Inscripción de Bogíe en las zonas de aparatos y curvas de L1
 - Motores de tracción.
 - Sistema de freno de zapatas y de estacionamiento.
 - Sistema de antipatinaje y antideslizamiento.
 - Sistema Antibloqueo**
 - Sistemas de puertas.
 - Grupo moto-compresor.
 - Convertidor estático.
 - Banco de baterías
 - Sistema de pilotaje automático
- Nota de cálculo relativa a la suspensión y estabilidad transversal de los coches.
- Nota de cálculo de verificación del comportamiento de frenado, así como el estudio de la desaceleración de frenado de urgencia garantizada.
- Nota de cálculo del sistema de freno de estacionamiento. (incluyendo cálculos con una pendiente de 8%)
- Nota de cálculo del sistema anti patinaje y antideslizamiento.
- Documentos diversos:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 143 DE 168

- Planos referentes a movimiento relativo de los bogíes con respecto a las cajas.
- Planos referentes a movimientos de los enganches con respecto a la caja.
- Plano de movimiento relativo de los mecanismos de frenado.
- Planos del movimiento relativo de los elementos constitutivos del pasillo de intercurrencia.
- Planos de movimiento relativo entre cajas de dos trenes inscritos en curva con el radio mínimo especificado.
- Los estudios e información definitiva del cumplimiento de gálibos e inscripción en vía, en donde se muestren los gálibos estáticos y dinámicos en recta y en curva, dentro del cual quedarán inscritas las cajas, los órganos instalados bajo bastidor, los componentes del bogie. Además, deberá incluir una simulación dinámica de los casos críticos en las diferentes condiciones de carga y de operación.

Toda la información indicada en la presente especificación, será entregada por “EL LICITANTE GANADOR” durante la fase de proyecto y en español.

6.2.2. Segunda Categoría

Documentos relativos a los equipos completos, respecto a esta categoría se deberá suministrar la siguiente información:

- Planos de conjunto completo con nomenclatura.
- Planos de detalle de las principales piezas que componen el equipo.
- Un catálogo de todas y cada una de las piezas que componen el equipo, en el que se indiquen las características técnicas y dimensionales, su referencia y planos del conjunto al que pertenece.

6.2.3. Tercera Categoría

Documentos necesarios para la operación y mantenimiento del material:

- Planos de conjunto a escala de cada tipo de coche con todas las cotas principales.
- Planos de conjunto a escala de cada tipo de bogie con todas las cotas principales.
- Todos los planos digitalizados, para ser integrados dentro de un informe descriptivo de los coches, para el empleo del personal de conducción y mantenimiento, mostrando la disposición de los aparatos dentro de los armarios y cofres bajo bastidor. Para este tipo de documentos es recomendable la representación en perspectiva.
- Notas técnicas del funcionamiento para los aparatos o conjuntos de aparatos que tengan una función común.
- Instructivos de mantenimiento preventivo y correctivo, este último en sus tres niveles de intervención, de todos los equipos.
- Procedimientos de trabajo integrados para las distintas actividades de mantenimiento (sistemático y mayor).
- Instructivos de montaje, desmontaje y ajuste con los planos de las herramientas especiales, necesarias en estas operaciones para todos los equipos.
- Formatos para el control de las actividades de mantenimiento preventivo de los trenes.
- Planos y características técnicas de los bancos de prueba para los principales sistemas.
- Manuales de operación de los diferentes tipos de software.
- Manual de operación para el conductor
- Manual de atención de las principales averías del tren para regulador.
- Manual de atención de las principales averías del tren para conductor.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 144 DE 168

- Manual de atención de las principales averías del tren para personal de mantenimiento.

Todos los documentos necesarios para la operación y el mantenimiento de este material deberán estar en idioma español, las características serán expresadas en unidades del sistema métrico decimal.

La información que deben contener los manuales de mantenimiento incluye:

- Una descripción del equipo y una explicación de los principios de funcionamiento, utilizando los esquemas y croquis que sean necesarios para una fácil comprensión.
- Un listado de maniobras secuenciales, con su explicación sobre el modo correcto de operación del equipo, destacando las maniobras críticas.
- Un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberán especificar los siguientes datos:
 - La periodicidad con la cual deben de realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio o en tiempo calendario.
 - Instructivo detallado para la correcta ejecución del trabajo, así como una estimación del tiempo necesario.
 - Un listado de los materiales y refacciones necesarios para la ejecución de los trabajos recomendados por los fabricantes para el mantenimiento preventivo de cada uno de los sistemas que conforman el tren, con su especificación técnica, haciendo mención de las herramientas y equipos especiales.
 - Un catálogo de todas y cada una de las piezas que componen el equipo, adjuntando a cada una su referencia, planos, características principales y fotografía digitalizada con referencia dimensional, en los que se indiquen las características técnicas y dimensionales.
 - Los planos explosionados de los equipos y accesorios que se acuerden, con las referencias de sus respectivos fabricantes.
- Los programas de aplicación de los sistemas informáticos del tren que permita a "EL STC" a través de menús y ventanas de fácil acceso (ambiente amigable) optimizar y/o modificar los parámetros básicos de la operación. En la etapa de revisión de diseños "EL LICITANTE GANADOR" deberá demostrar que el software cumplirá con este requerimiento, la definición de los parámetros será en esta misma etapa.
- Los programas ejecutables y sus correspondientes diagramas de flujo, de manera que "EL STC" pueda explotar toda la capacidad de los sistemas.
- Manual de procedimientos de trabajo integrados para las distintas actividades de mantenimiento (sistemático y mayor).

Toda esta información deberá tomar en cuenta lo descrito en los capítulos relativos al mantenimiento en la presente especificación.

Para todos los equipos informáticos se deberán entregar las licencias permanentes para su uso por "EL STC", requeridas durante la puesta en servicio del primer tren, que permitan a "EL STC", las recargas del software en los equipos adquiridos del tren.

6.3. ELABORACIÓN Y GESTION DE LOS DOCUMENTOS

Todos los documentos deberán estar en idioma español, su presentación se efectuará conforme a los formatos estandarizados en la normatividad ISO correspondiente y en unidades del sistema métrico decimal.

Cada documento llevará un cuadro con el logotipo y razón social de "EL STC", el número correspondiente, el modelo de tren, la aplicación al equipo al que corresponda, la razón social del fabricante, la fecha y un cuadro de control de revisiones.

"EL LICITANTE GANADOR" presentará previo a la entrega de documentación, su propuesta para aprobación por "EL STC".

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small>
	No. Clave:	HOJA: 145 DE 168

Los documentos se deberán entregar en formato de paquetería Eplan, Microsoft Office última versión y los planos en formato del paquete AutoCAD última versión extensiones DWG., organizados en un índice dinámico. No se permitirá que los planos sean archivos de mapas de bits (tif, gif, jpg, rle, bmp, wmf entre otros), en formatos de extensión PLT o MAX, ni que estén en formato nativo del paquete Catia. **“EL LICITANTE GANADOR”** se obliga a entregar a **“EL STC”** 16 licencias permanentes para la consulta de la información técnica arriba señalada (8 para Pack Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Visio, etc.), 4 de AutoCAD, versiones las más recientes y 4 de Eplan).

La documentación entregada por **“EL LICITANTE GANADOR”** para el cumplimiento de lo indicado en este capítulo de revisión de diseños, pasará a ser propiedad de **“EL STC”**, para lo cual **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá incluir en su oferta técnica la aceptación a lo citado.

6.3.1. Clasificación

La documentación estará clasificada en manuales que hacen referencia a un conjunto funcional, es decir: operación del conjunto, Caja, Bogíes, Tracción-Frenado, Freno neumático, Generación de energía eléctrica, Generación de aire comprimido, Informática embarcada, Comunicaciones, Registrador electrónico de eventos, Radioteléfono, Puertas y Pilotaje automático entre otros.

6.3.2. Planos de Equipos y Componentes

Cada equipo estará definido por un plano de conjunto y en caso necesario por planos parciales, así como los planos de detalle de cada componente.

El dibujo de una pieza y de detalle se representará en la posición en que debe ser utilizada en el montaje.

Si ésta debe sufrir una operación de maquinado después de su ensamblado sobre otra pieza, se establece un plano de conjunto parcial constituido con todas las indicaciones que definen el maquinado.

6.3.3. Control de la Documentación

“EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar a **“EL STC”** los documentos enumerados en las tres categorías. Estos documentos serán enviados en tres ejemplares impresos y en discos compactos, para su aprobación o corrección según el caso. Todo documento que haya sido objeto de observación deberá ser corregido y sometido nuevamente a la autorización de **“EL STC”**.

6.3.4. Revisión de la Documentación

Los documentos de la primera categoría serán emitidos por **“EL LICITANTE GANADOR”** de acuerdo a la cadencia de fabricación del primer tren, previo a su ingreso a la posición correspondiente en la línea de producción.

La presentación de los documentos de segunda categoría se realizará por **“EL LICITANTE GANADOR”** previo a la recepción en planta de los equipos correspondientes.

Los documentos de la tercera categoría serán presentados para su revisión a más tardar cuatro meses antes de la recepción del primer tren.

6.3.5. Entrega de Documentos

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proporcionar seis meses después de la puesta en servicio del primer tren cuatro ejemplares impresos y en discos compactos de los documentos de las 3 categorías en su versión definitiva.

Con base en el control de modificaciones de tren acordadas entre **“EL STC”**, y **“EL LICITANTE GANADOR”**, este último emitirá durante la vigencia del contrato, las actualizaciones correspondientes.

6.3.6. Gestión Electrónica de Documentos (GED)

“EL LICITANTE GANADOR” deberá utilizar un sistema de Gestión Electrónico de Documentos (GED) para todos los documentos generados por el durante la fase de diseño, construcción y pruebas de los nuevos trenes, hasta la recepción definitiva de los trenes.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 146 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proporcionar a “EL STC” 4 licencias de acceso a este sistema (a través de un navegador estándar del comercio y de una conexión Internet) con una vigencia hasta la finalización del contrato.

Antes de la entrega del último tren, el “EL LICITANTE GANADOR” deberá proporcionar a “EL STC” la totalidad de los documentos entregables, en su última revisión (o las que se requieren), en forma informática en un soporte a definir entre “EL STC” y “EL LICITANTE GANADOR”.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proporcionar un manual de usuario de este sistema GED y una capacitación (en una sola vez) para 10 personas en locales de “EL STC”. La capacitación no deberá rebasar 4 días.

7. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá cumplir con los niveles de seguridad, fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento que en este numeral se definen. Dichos parámetros, así como la periodicidad y metodología de cálculo se establecen en este apartado. Su nivel de cumplimiento será motivo de una evaluación periódica en los términos establecidos en este numeral y cuyos resultados se utilizarán en el apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato.

7.1. AVERÍAS QUE AFECTAN LA SEGURIDAD.

Esta categoría comprende averías que podrían afectar la integridad física del usuario y/o provocar daños en el tren y/o instalaciones. “EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar a “EL S.T.C.”, durante la fase de revisión de diseños, el resultado de un análisis de seguridad de los sistemas que conforman el tren propuesto, de acuerdo al numeral 2.13 “Seguridad”, que demuestre que no se dará este tipo de avería, esto, conforme a las normas internacionales de seguridad para sistemas de transporte masivo de usuarios tipo ferroviario. Asimismo, en el desarrollo de las actividades de mantenimiento deberá prever controles de calidad que permitan altos niveles de seguridad.

En caso de que se detecte durante las revisiones o se presente una avería de este tipo en la operación, “EL LICITANTE GANADOR” asumirá la responsabilidad total, obligándose a presentar a “EL S.T.C.”, las causas del no cumplimiento de lo previsto en el estudio de seguridad y a tomar medidas correctivas de inmediato, las cuales según el caso y los riesgos pueden ir desde una modificación y/o mejoras de mantenimiento hasta la sustitución total de los equipos que pongan en riesgo la seguridad y a aplicarlas a todo el lote de trenes en servicio, dependiendo el tiempo de solución de los riesgos. Asimismo, “EL LICITANTE GANADOR” se obliga a reparar los daños causados a personas, trenes, instalaciones, equipos y las afectaciones al servicio que llegaran a presentarse a causa de este incumplimiento. En caso de que no se cumpla con los tiempos de solución acordados con “EL S.T.C.”, se impondrán las penas convenidas en el contrato.

7.2. FIABILIDAD.

Se exigirá el cumplimiento de requisitos mínimos de fiabilidad; como se indica a continuación.

7.2.1. Especificación de la Fiabilidad.

La fiabilidad se evaluará mediante la distancia media entre fallas (Mean Distance Between Failures, MDBF), y se entenderá por tal concepto la relación que existe entre el recorrido realizado por el lote de trenes recepcionados y puestos en servicio y el número de fallas presentadas durante dicho recorrido por el lote de trenes.

$$MDBF = \frac{\text{Kilómetros recorridos}}{\text{Número de fallas}}$$

“EL LICITANTE GANADOR” deberá cumplir con los siguientes niveles de fiabilidad MDBF

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 147 DE 168

7.2.2. Fiabilidad por lote y MDBF especificado.

El indicador de fiabilidad MDBF es igual a la distancia recorrida en kilómetros por el lote de trenes recepcionados para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto, entre la cantidad total de sus averías en dicho período. Se consideran las averías que se detectan durante la operación de los trenes, así como las averías que se detectan durante la permanencia del tren en taller, garaje o fosa de visita. Durante el mantenimiento las piezas que se cambian por desgaste normal de fin de vida útil que no causaron averías, no se contabilizan para efectos de fiabilidad. Para la imputabilidad y calificación de las averías se respetará lo que se indica en el numeral 7.2.5 “Procedimiento de evaluación de la fiabilidad”.

El MDBF que se exige será de ~~10,018~~ 10,931 km/averías.

La medida de la fiabilidad por lote MDBF se hará de acuerdo a la siguiente formula:

$$MDBF = \frac{\sum_{n=1}^N KM_{Tn}}{\sum_{n=1}^N AV_{Tn}} \geq \frac{10,931}{0,018} \text{ KM / AVERIAS}$$

..... (7.2.2)

Donde:

MDBF = Fiabilidad por lote (MDBF recorrido medio entre averías del lote de trenes recepcionados para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto).

KM_{Tn} = Kilometraje total recorrido por el tren Tn, recepcionado para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

AV_{Tn} = Total de averías, del tren Tn, recepcionado para puesta en servicio y periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

N = Cantidad de trenes recepcionados para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

Las averías que sean reportadas que se deban por un mantenimiento deficiente, serán contabilizadas como averías para efectos del cálculo de Fiabilidad.

No serán consideradas como averías, aquellas que sean originadas por vandalismo, inadecuada operación del equipo o agentes externos al servicio, siempre y cuando no se deban a un diseño frágil e inadecuado. Para estos casos “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá demostrar técnica y documentalente que estas averías no le son imputables, siendo necesaria la valoración y en su caso aprobación por “**EL S.T.C.**” de los documentos presentados.

En caso de incumplimiento de los niveles **MDBF** especificados de fiabilidad para el lote de trenes, se aplicará lo establecido en el apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 148 DE 168

7.2.3. Especificación de la Fiabilidad por Sistema.

7.2.3.1 Clasificación de los Sistemas del Tren.

Para la evaluación de la fiabilidad por sistema, se considerará la clasificación de los sistemas del tren que se detallan a continuación, esta clasificación no es limitativa, en caso de haber omitido algún componente de algún sistema, “EL LICITANTE GANADOR” deberá incluirlo en el grupo correspondiente.

➤ **Sistema de Tracción-Frenado.**

Equipos electrónicos de control de tracción-frenado, cableado, conectores, filtros, disyuntores, contactores, semiconductores de potencia, motores, resistencias, relevadores, transductores, conmutadores, protecciones eléctricas, manipulador de tracción-frenado, entre otros.

➤ ~~**Sistema de Antibloqueo.**~~

~~Equipos electrónicos de control, transductores, protecciones eléctricas, sensores de velocidad, electroválvulas, presostatos, tuberías, reguladores, válvulas, entre otros.~~

➤ **Sistema de Generación y Distribución de Energía Eléctrica.**

Pantógrafo, escobillas negativas y de masa, convertidores estáticos, baterías, cableado, conectores, contactores, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, fusibles, entre otros.

➤ **Sistemas de Informática Embarcada, de Mando y Control.**

Unidades de tratamiento de la información, unidades de control programables, módulos de entradas y salidas, transductores, pantallas, conectores, cableado, botones, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, entre otros.

➤ **Sistema de Puertas de Pasajeros.**

Equipo de control, motores eléctricos, mecanismos, cableado, conectores, relevadores, conmutadores, interruptores, sensores, protecciones eléctricas, hojas de puertas de acceso al salón de pasajeros, entre otros.

➤ **Sistema de Generación y Distribución de Aire Comprimido.**

Motores, inversor del grupo motocompresor, unidad compresora, secadores, cableado, conectores, relevadores, transductores, presostatos, conmutadores, protecciones eléctricas, mangueras, tuberías, depósitos de aire, filtros, válvulas, entre otros.

➤ **Sistemas Mecánicos.**

Conjunto del bogie, bastidor, suspensiones primaria y secundaria, bloques de frenado, electroválvulas de frenado, freno de estacionamiento, caja de grasa, reductores, ruedas metálicas, rodamientos, acoplamiento motor-reductor, unión caja-bogie, enganches mecánicos, defensas, entre otros.

➤ **Sistema de Comunicación.**

Equipo centralizado de información y megafonía, módulos de control, bocinas, micrófonos, cableado, conectores, botones, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, monitores de video-información al usuario, entre otros.

➤ **Sistema de Señalización y Registro.**

Caja de señalización, numerador de tren, indicador de destino, registrador electrónico de eventos, transductores, velocímetros, cableado, conectores, botones, señalizaciones ópticas y acústicas, relevadores, equipo de transmisión remota, conmutadores, monitores, protecciones eléctricas, entre otros.

➤ **Sistema de Videovigilancia (CCTV).**

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 149 DE 168

Incluye: cámaras en el interior de los carros, monitores en cabina, equipo de control, equipo de grabación, tomas, antenas, cableados, transmisores, receptores, decodificadores, equipos periféricos, entre otros.

➤ **Caja.**

Carrocerías, soportería bajo bastidor, cabinas, accesorios, puertas de cabina, cristales, pisos, revestimientos, pasillos de intercurrencia, asientos, ventanas, ventilación, filtros, alumbrado, cableado, conectores, acopladores eléctricos, relevadores, conmutadores, protecciones eléctricas, pasamanos, cofres laterales e inferiores, entre otros.

7.2.4. Fiabilidad por Sistema y MDBFS_x especificado

$$MDBFS_X = \frac{\sum_{n=1}^N KM_{T_n}}{\sum_{n=1}^N AV_{T_n}} \dots\dots\dots (7.2.3.2)$$

Donde:

X = Sistema a evaluar (según la tabla 7.2.3.2 “Fiabilidades por Sistema”).

MDBFS_x = Fiabilidad del sistema a evaluar

KM_{Tn} = Kilometraje total recorrido por el tren T_n, recepcionado para puesta en servicio con periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

AV_{Tn} = Total de averías del sistema a evaluar del tren T_n, recepcionado para puesta en servicio con periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

N = Cantidad de trenes recepcionados para puesta en servicio con periodo de puesta a punto cubierto en el periodo a evaluar.

Los valores mínimos de fiabilidad especificados MDBFS_x para cada uno de los sistemas del lote de trenes, se establecen en la siguiente tabla:

TABLA FIABILIDAD POR SISTEMA.

SISTEMAS	MDBFS _x (Km/avería)
Tracción- Frenado	74,000
Antibloqueo	120,000
Generación y Distribución de Energía Eléctrica	200,000
Informática Embarcada, Mando y Control	120,000

Puertas de Pasajeros	100,000
Generación y Distribución de Aire Comprimido	150,000
Sistemas Mecánicos	130,000
Comunicación	120,000
Señalización y Registro	120,000
Caja	80,000
Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).	90,000

La fiabilidad MDBFS_x para esta categoría deberá ser mayor o igual a la marcada para cada uno de los sistemas en la TABLA DE FIABILIDADES POR SISTEMA. Se evaluará para periodos de 30 días a partir de que se haya cubierto el periodo de puesta a punto de 90 días para el tren prototipo, de 60 días para los trenes 2 al 9 y de 15 días para el resto de los trenes considerados en la evaluación. En caso de que el nivel de cumplimiento de fiabilidad en alguno de los sistemas sea inferior al especificado durante 3 periodos consecutivos de 30 días, “EL S.T.C.” notificará por escrito a “EL LICITANTE GANADOR”, quien deberá presentar ante “EL S.T.C.” en un plazo no mayor a 30 días un estudio detallado, en el que se determine el origen de la avería que motiva el incumplimiento de los niveles de fiabilidad y los mecanismos de solución que serán aplicados en los trenes, previa autorización de “EL S.T.C.”, sin que esto exima de responsabilidades a “EL LICITANTE GANADOR”.

Las actividades correctivas se iniciarán en forma inmediata por parte de “EL LICITANTE GANADOR”, sustituyendo en la totalidad del lote de trenes los equipos o componentes que provocan el incumplimiento en la fiabilidad del sistema. La verificación de operación se avalará mediante las pruebas correspondientes a entera satisfacción y sin cargo alguno para “EL S.T.C.”.

En caso de incumplimiento se aplicará lo establecido en el apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato

7.2.5. Procedimiento de Evaluación de la Fiabilidad.

La imputabilidad de las averías para efecto del cálculo de fiabilidad por tren y por sistemas se determinará de común acuerdo entre “EL LICITANTE GANADOR” y “EL S.T.C.” respetando los siguientes criterios:

- **Avería o falla**, es una anomalía que afecta el funcionamiento normal del tren o de sus equipos, presentada durante la operación del tren, al realizar pruebas o cualquier verificación.
- Para el caso de las averías reportadas que no se presenten al hacer la revisión, es decir fallas fugitivas del tren, se recurrirá a: la extracción de la información almacenada en los equipos informáticos (RPE e Informática embarcada), CCTV del tren y de las estaciones, sistemas de video o documentación fotográfica, cualquier evidencia de que hubo avería demostrada a través de los medios anteriores, será condición suficiente para imputar estas averías a “EL LICITANTE GANADOR”, independientemente de que se encuentre o no la causa de la avería.
- “EL LICITANTE GANADOR” como parte de la presentación de su reporte de atención de tren averiado independientemente del tipo de avería atendida entregara los archivos electrónicos correspondientes de RPE, Informática Embarcada y CCTV
- Para el caso de las averías fugitivas y/o repetitivas de las cuales no se encuentra ninguna evidencia de su existencia a través de los medios del párrafo anterior, no serán consideradas como avería, salvo que en una ventana móvil de 15 días se repita 3 veces el mismo reporte de avería y con características similares, en este caso se considerará, para efectos de evaluación de la fiabilidad a partir de la primera avería más las que se acumulen en el periodo de evaluación.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 151 DE 168

- Para el caso de las averías que son normalizadas a través del “restablecimiento o reseteo” de los equipos (Hardware), y/o los restablecimientos del funcionamiento de los equipos vía Software, estas también serán contabilizadas como avería, solo si en una ventana móvil de 15 días se repite 3 veces un reporte similar de avería, en cualquier tren del lote de trenes independientemente de que sean trenes distintos se contabilizarán todos a partir del tercer reporte que se de en el lote de trenes.
- Todas las averías previas su intervención serán reportadas conforme al procedimiento que se establezca en forma conjunta entre “EL S.T.C.” y “EL LICITANTE GANADOR”. En caso que la avería tenga que ser atendida por personal de “EL S.T.C.” por estar afectando el servicio, se le dará el tratamiento de avería fugitiva para determinar su imputabilidad.

La evaluación de la fiabilidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

- La evaluación de la fiabilidad del lote de trenes se realizará conforme a la fórmula 7.2.2 y será evaluada cada 30 días, considerando las fallas presentadas por el lote de trenes recepcionados para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto.
- La evaluación de la fiabilidad para los sistemas del lote de trenes se realizará conforme a la fórmula 7.2.3.2 y será evaluada cada 30 días, considerando las fallas presentadas por el lote de trenes recepcionados para puesta en servicio y con periodo de puesta a punto cubierto.

Para el tren prototipo se tendrá a partir de su puesta en servicio con usuarios en Línea 1 un **periodo de puesta a punto** de 90 días, de 60 días para los trenes 2 al 9 y de 15 días para el resto de los trenes, tiempo durante el cual no se le evaluará la fiabilidad.

“EL LICITANTE GANADOR” se obliga a entregar a “EL S.T.C.” cada uno de los reportes de evaluación de fiabilidad debidamente validados por “EL S.T.C.” a más tardar dentro de los primeros 15 días naturales posteriores al periodo de evaluación.

7.2.6. Averías que Provocan Afectaciones al Servicio

Para el cálculo del nivel de afectación al servicio **NAFS** se considerarán todas las averías que se presenten durante la operación de los trenes de la Línea 1 y que como consecuencias de cada una de estas averías se tenga un retraso en el servicio mayor o igual a 4 minutos. Para esta evaluación se utilizará la información del Puesto de Control Central de “EL S.T.C.” (Informe Diario de Operación de la Línea 1) respecto a los retrasos ocasionados por las distintas averías imputables al Material Rodante.

Dentro de este tipo de averías están las que ocasionan retraso por:

Trenes con pérdida de conducción, trenes con tracción lenta, trenes desalojados por afectar la seguridad, trenes que tienen que ser remolcados, trenes que provocan cortocircuitos con afectaciones a la alimentación general, trenes que para continuar su marcha requieren la ejecución de maniobras sobre este, entre otras. Solo se considerarán las averías que sean imputables a “EL LICITANTE GANADOR”, utilizando el criterio establecido en el numeral 7.2.5 “Procedimiento de evaluación de la fiabilidad”

Para el lote de trenes se evaluará este tipo de afectaciones a través del **Nivel de Afectaciones al Servicio (NAFS)**. Se exigirá el nivel de cumplimiento siguiente:

NAFS ≤ 1

El cual se calculará de la siguiente manera:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 152 DE 168

$$NAFS = \frac{TAFS}{0.68 \times N_{ts}} \leq 1 \quad \dots(7.3)$$

TAFS = Suma de los tiempos de retardo expresado en minutos, por averías que afectaron la operación con tiempos mayores o iguales a 4 minutos de todos los trenes recepcionados para puesta en servicio con su periodo de puesta a punto cubierto.

N_{ts} = Numero de trenes recepcionados para puesta en servicio con su periodo de puesta a punto cubierto durante el periodo a evaluar, sin considerar la parte proporcional del tren destinado para mantenimiento sistemático y en su momento el tren destinado para su mantenimiento mayor.

El tiempo de afectaciones al servicio (TAFS), se evaluará por periodos de 30 días, considerándose a partir de su recepción para puesta en servicio un periodo de puesta a punto de 90 días para el tren prototipo, de 60 días para los trenes 2 al 9 y de 15 días para el resto de los trenes, durante los cuales no se evaluará.

En caso de incumplimiento se aplicará lo establecido en el apartado correspondiente al “**Mecanismo de pagos**” Anexo 6 del contrato.

7.3. DISPONIBILIDAD.

El horario de servicio para efectos de evaluación se considerará de las 5:00hrs. a las 00:30 hrs. en días hábiles, sábados de las 6:00 hrs. a las 00:30 hrs. domingos y días festivos de las 7:00 hrs. a las 00:30 hrs.

Toda vez que el lote asignado para la línea 1 será de 40 trenes y tomando en cuenta que la cantidad requerida para mantener el intervalo de servicio solicitado es de solo 36 trenes, y además conociendo que el kilometraje anual a recorrer por tren es de 150,000 km y que el kilometraje de paso a mantenimiento sistemático especificado es al menos cada 15,000 km, se puede inferir que la cantidad anual de mantenimientos por tren será de 10 mantenimientos por año y por el lote de 40 trenes será de 400 mantenimientos al año, luego entonces la cantidad de mantenimientos por día calendario en un año será de 1.09 mantenimientos por día.

Lo anterior le permite a “**EL LICITANTE GANADOR**” disponer de 39 trenes diariamente para mantener la disponibilidad solicitada por “**EL STC**”, si el mantenimiento lo ejecuta durante las horas de servicio matutinas y de 40 trenes, **es decir de todo el lote de trenes** si el mantenimiento lo lleva a cabo fuera de las horas de servicio. Por lo anterior; se concluye que, al no presentarse ninguna afectación al material rodante la disponibilidad ofertada por “**EL LICITANTE GANADOR**” será superior al 100% solicitado, al contar con hasta 4 trenes de reserva de manera permanente.

La evaluación de este concepto estará en función de la siguiente clasificación.

- **Disponibilidad operativa en hora punta:** Por este concepto se entenderá el nivel de cumplimiento, por causas imputables a “**EL LICITANTE GANADOR**”, de trenes disponibles para el servicio, evaluado en días hábiles durante las horas de servicio de las 6:00 a las 11:00 hrs. para la hora punta matutina y de 16:00 a las 22:00 hrs., para la hora punta vespertina (estas franjas horarias de las horas punta matutina y vespertina podrán variar de acuerdo a las necesidades del servicio, pudiéndose ajustar previa notificación de “**EL S.T.C.**”, a “**EL LICITANTE GANADOR**” con los consecuentes ajustes a las fórmulas de cálculo de disponibilidad). El nivel de disponibilidad (D) podrá ser mayor o igual al 100%.

Se calculará de la siguiente forma:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 153 DE 168

$$DOHP_M = \frac{100 \sum_{i=1}^{i=m} \left(\left(LT_{RPS} - \frac{TD_{6-7} + TD_{7-8} + TD_{8-9} + TD_{9-10} + TD_{10-11}}{5} \right) \div LT_{RPS} \right)_i}{m} \% \quad \dots(7.3.1)$$

$$DOHP_V = \frac{100 \sum_{i=1}^{i=m} \left(\left(LT_{RPS} - \frac{TD_{16-17} + TD_{17-18} + TD_{18-19} + TD_{19-20} + TD_{20-21} + TD_{21-22}}{6} \right) \div LT_{RPS} \right)_i}{m} \% \quad \dots(7.3.2)$$

DOHP_M = Disponibilidad operativa en hora punta matutina.

DOHP_V = Disponibilidad operativa en hora punta vespertina.

LT_{RPS} = Lote de trenes recepcionados y puestos en servicio con periodo de puesta a punto concluido menos el tren asignado para mantenimiento sistemático menos el tren asignado para mantenimiento mayor.

n = Hora de evaluación (considera cada hora desde el inicio de la hora punta hasta el final de la hora punta).

TD_(n) a _(n+1) = Número máximo de trenes detenidos imputables a “**EL LICITANTE GANADOR**” para las diversas actividades de mantenimiento (preventivo **, correctivo y trabajos especiales) entre la hora punta n y n+1, contabilizados a partir de que “**EL S.T.C.**” ponga a disposición de “**EL PRESTADOR DE SERVICIOS**” el tren, y hasta que el tren sea entregado a “**EL S.T.C.**” por “**EL PRESTADOR DE SERVICIOS**” a través del reporte correspondiente. Se contabilizarán los trenes detenidos en intervalos de una hora mientras dure la hora punta ya sea matutina o vespertina. En caso de que un tren sea puesto a disposición de “**EL LICITANTE GANADOR**” cinco minutos antes del término de la hora, se considerará para efectos del cálculo la hora inmediata superior.

m = Total de días hábiles con horas punta comprendidos en el periodo de evaluación.

$$D = \frac{DOHP_m + DOHP_v}{2} \geq 100\% \quad \dots(7.3.3)$$

El nivel de disponibilidad (D) exigido será $\geq 100\%$.

Para los horarios valle en días hábiles, fines de semana y días festivos, dado que no se evaluará la disponibilidad no se podrán detener más de 2 trenes en el mismo horario por actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y/o trabajos especiales imputables a “**EL LICITANTE GANADOR**”.

La disponibilidad (D) en función de DOHPM y DOHPV del lote de trenes en servicio se evaluará de acuerdo a las expresiones 7.3.1, 7.3.2 y 7.3.3 para periodos de 30 días de servicio, iniciándose a partir de la conclusión del periodo de puesta a punto de cada tren. Esta se determinará a través de la cantidad de trenes fuera de servicio por cualquier causa imputable a “**EL LICITANTE GANADOR**”. El incumplimiento de las disponibilidades especificadas se aplicará lo establecido en el apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato.

8. SERVICIO DE MANTENIMIENTO.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 154 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR” se obliga a prestar el servicio de mantenimiento Integral en todas sus modalidades, al lote de trenes objeto de esta especificación, incluyendo los equipos, refacciones y materiales de consumo que se requieran para las actividades de mantenimiento, así como Ingenieros especialistas en los equipos principales del tren y la mano de obra calificada, en todos sus niveles y especialidades durante la vigencia del contrato de mantenimiento. La cantidad y especialidad de los Ingenieros será acordada entre “EL S.T.C.” y “EL PRESTADOR DE SERVICIOS” durante la etapa de revisión de diseños.

Para lo anterior “EL LICITANTE GANADOR” deberá presentar a “EL S.T.C.”, por lo menos seis meses antes de la recepción para puesta en servicio del primer tren, el **Plan de Mantenimiento** para su revisión y validación, en el entendido de que “EL S.T.C.”, deberá hacer entrega a “EL LICITANTE GANADOR” sus observaciones al plan de mantenimiento 30 (treinta) días naturales después de su recepción.

8.1. PLAN DE MANTENIMIENTO.

El plan de mantenimiento que presente “EL LICITANTE GANADOR” deberá contener de una manera amplia y detallada la siguiente información:

- Actividades, periodicidades, tiempos de ejecución, procedimientos de trabajo, refacciones y materiales (logística), recursos humanos, equipos y herramientas, calificación ponderada de las actividades de mantenimiento de acuerdo al numeral 8.6 “Calificación Ponderada de las Actividades de mantenimiento”, formatos para reportes de trabajo y control de actividades, recursos informáticos para la administración y gestión del mantenimiento, control de calidad, normas de seguridad, organización del trabajo, personal, horarios y turnos, etc., más la documentación que “EL LICITANTE GANADOR” considere necesaria para establecer el plan de mantenimiento.
- Estudio de tiempos máximos para mantenimiento acorde al nivel de Mantenimiento Programado

Asimismo, demostrará su experiencia en mantenimiento con un certificado internacional y/o aplicable correspondiente a servicios de mantenimiento con vigencia actual y máximo después de 12 meses de iniciados los trabajos de mantenimiento, se deberá renovar la certificación correspondiente emitida por una entidad acreditada internacionalmente.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de las acciones a efectuar según criterios determinados previamente por “EL FABRICANTE” del tren y por los fabricantes de sus diferentes equipos, para asegurar el correcto funcionamiento del tren, conforme a las exigencias de fiabilidad, seguridad, disponibilidad, mantenibilidad, confort e imagen exigidas en esta especificación, además de lo establecido en los manuales de mantenimiento de los fabricantes, “EL LICITANTE GANADOR” deberá considerar las actividades adicionales de mantenimiento que se requieran de acuerdo a las exigencias de la operación. Estas acciones se efectuarán por personal técnico debidamente capacitado por “EL LICITANTE GANADOR” con base en los manuales técnicos correspondientes y bajo la supervisión de éste. De manera informativa más no limitativa se deberán de efectuar los siguientes tipos de mantenimiento, más los que “EL LICITANTE GANADOR” considere necesarios, de acuerdo a su plan de mantenimiento:

- ✓ **Mantenimiento Sistemático de corta periodicidad.** Este tipo de mantenimiento se realizará de acuerdo a las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trenes y de los distintos equipos del tren y podrán ser ajustados de acuerdo a las condiciones de operación en el servicio.
- ✓ **Mantenimiento Mayor.** Son las actividades de OVERHAUL (Gran revisión), que permiten restituir al tren y a sus equipos sus características originales de operación, que permitan a estos mantener los niveles originales de seguridad, fiabilidad, disponibilidad, confort e imagen. Estas actividades se realizarán de acuerdo a las periodicidades y recorridos establecidos en los manuales de mantenimiento del fabricante de los trenes y de los

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 155 DE 168

distintos equipos del tren y podrán ser ajustadas de acuerdo a las condiciones de operación en el servicio.

8.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

“EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar para su validación en forma oficial a “EL S.T.C.”, tres meses antes de la puesta en servicio del primer tren, el Programa de Mantenimiento para doce meses. Este programa se ajustará a periodos de 30 días. Una semana antes del término de cada periodo de 30 días “EL LICITANTE GANADOR” elaborara un nuevo programa correspondiente al siguiente periodo de 30 días de acuerdo a los kilómetros reales recorridos hasta ese momento, con la proyección de kilometraje a recorrer en dicho periodo, debiéndose además considerar para efectos de la programación de entrada de los trenes a talleres, un programa semanal en función de los kilometrajes reales recorridos.

Semanalmente, los días miércoles, “EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar al jefe de taller, con el visto bueno del Área de Supervisión de Fabricación de trenes de “EL S.T.C.”, el programa de mantenimiento correspondiente a la semana siguiente.

Los programas anuales subsecuentes deberán ser entregados por “EL LICITANTE GANADOR” a “EL S.T.C.” tres meses antes del inicio del ciclo correspondiente, esto durante toda la vigencia del contrato.

Diariamente al término de las actividades el responsable del mantenimiento por parte de “EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar al jefe del taller, con el visto bueno del Área de Supervisión de Fabricación de Trenes los reportes correspondientes con toda la información respecto a las actividades realizadas, refacciones y materiales utilizados, horarios de inicio y termino de actividades y cualquier otra información relevante respecto al mantenimiento realizado.

8.3. MODIFICACIONES A LOS CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

Cuando de acuerdo a las condiciones de operación y comportamiento del tren y sus diferentes equipos sea necesario modificar los criterios de mantenimiento (periodicidad, intervalo de kilometraje entre mantenimientos, actividades de mantenimiento, etc.), respecto a los establecidos originalmente en los manuales de mantenimiento y en el plan de mantenimiento “EL LICITANTE GANADOR” y/o “EL S.T.C.”, lo pondrán a consideración y en caso de existir la justificación y ser aprobado por ambas partes, se elaborarán los ajustes correspondientes al plan de mantenimiento y al programa de mantenimiento.

8.4. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El servicio de mantenimiento se evaluará en su calidad y cantidad, tomando como base los criterios establecidos en los documentos del plan de mantenimiento. Para las actividades programadas por intervalos de tiempo se darán como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha establecida en el programa semanal; para las actividades que se programan según el recorrido kilométrico de los trenes se consideraran como cumplidas siempre y cuando se realicen en la fecha en que fueron programadas, considerándose en este caso un margen kilométrico máximo del 10 % del kilometraje respecto al establecido en los manuales de mantenimiento del fabricante de trenes y sus equipos o del que se haya determinado modificar en los términos del numeral 8.3 “Modificaciones a los criterios de mantenimiento”.

La evaluación del servicio de mantenimiento se hará por periodos de 30 días, considerando los criterios anteriores. Para las actividades programadas o reprogramadas que no se realicen según el programa semanal y/o hayan rebasado el criterio máximo del 10% de los kilómetros especificados, se consideraran como no realizadas y se aplicaran los descuentos y penas convencionales correspondientes, hasta que estas sean realizadas. Así mismo si habiéndose realizado, estas no cumplen con la calidad establecida, se considerarán como no cumplidas para efectos de evaluación, y se aplicarán las penas convencionales, hasta que estas sean realizadas correctamente.

En caso de incumplimiento de cualquier actividad se aplicarán las penas indicadas en el apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato. Cualquier actividad no realizada por

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 156 DE 168

“EL LICITANTE GANADOR” que a juicio de “EL S.T.C.” ponga en riesgo la seguridad, este último podrá exigir la detención del tren hasta que haya sido ejecutada a satisfacción de “EL S.T.C.”, considerando los tiempos de inmovilización por esta causa como imputables a “EL LICITANTE GANADOR”. El incumplimiento reiterativo será motivo de penas convencionales conforme al apartado correspondiente al “Mecanismo de Pagos” Anexo 6 del contrato.

8.5. CALIFICACIÓN PONDERADA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Como parte del plan de mantenimiento “EL LICITANTE GANADOR” deberá considerar una calificación ponderada de las actividades de mantenimiento, es decir, deberá agrupar todas las actividades por sistemas y subsistemas funcionales, considerando como unidades según su cobertura: tren, carro u órgano, para esta agrupación de actividades por sistemas y subsistemas funcionales, deberá presentar una calificación ponderada en puntos para cada actividad en función de su impacto e importancia en la seguridad, operación de los sistemas y costo unitario. Esta ponderación deberá ser puesta a consideración de “EL S.T.C.”, quien podrá hacer los ajustes que considere convenientes. Una vez convenido entre ambas partes el valor ponderado, este será utilizado para evaluar el nivel de cumplimiento de las actividades programadas en cada periodo de evaluación de 30 días.

8.6. REALIZACIÓN DE TRABAJOS ESPECIALES DE MANTENIMIENTO, REPARACIÓN, SUSTITUCIÓN O MODIFICACIONES.

“EL LICITANTE GANADOR” ejecutará sin cargo a “EL S.T.C.”, los trabajos especiales de mantenimiento, reparación, sustitución o modificaciones que “EL LICITANTE GANADOR” proponga y “EL S.T.C.” acepte, o que “EL S.T.C.” juzgue necesarias y que permitan mejorar las condiciones funcionales, operativas, seguridad, confort e imagen de los trenes, y de su equipamiento, previa definición de sus aspectos técnicos. En caso de que se requiera sustitución de equipos por comportamiento deficiente será con cargo a “EL LICITANTE GANADOR”.

8.7. IMAGEN Y CONFORT

“EL LICITANTE GANADOR” llevará a cabo todas las actividades necesarias para el mantenimiento, que aseguren la adecuada imagen, aspecto interior y exterior de los carros y de las cabinas, derivadas del normal deterioro producido durante la operación (pintura, reparación de paneles de poliéster, módulos de asientos, aplicación de productos protectores, sustitución periódica de láminas antiscratch, etc.), así como todas las actividades necesarias para la conservación de la pintura exterior. “EL LICITANTE GANADOR”, deberá realizar las actividades de repintado de carrocerías cuando las características originales de la pintura se encuentren degradadas (brillantes, tonalidad, agrietamiento, etc.). Para establecer los criterios respecto a la necesidad de efectuar el repintado de carrocerías, anualmente “EL S.T.C.” y “EL LICITANTE GANADOR” harán una evaluación respecto al estado de la pintura con relación a sus características originales, considerando que cuando el nivel de brillo de la pintura sea menor del 60% de las unidades de brillo originales será necesario el repintado de carrocerías, esto a reserva de que no presente otro tipo de defectos que obliguen a variar el criterio y en consecuencia adelantar la actividad.

8.8. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo es el conjunto de las acciones de reparación, efectuadas para volver a poner los sistemas o los órganos en estado de funcionamiento, después de una falla que haya alterado o suprimido su capacidad para cumplir con la función requerida.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo serán jerarquizadas en niveles de mantenimiento, caracterizados por su naturaleza y los lugares donde se deban efectuar los trabajos correspondientes.

Primer nivel. Tiene por objetivo, en un tren, localizar y corregir la falla y si es el caso la sustitución del equipo defectuoso (aparato, cajón, bloque o módulo), para que el tren esté disponible en el menor tiempo

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 157 DE 168

posible, dentro de este tipo de avería se consideran los “reset” o restablecimiento de los equipos electrónicos sea motivado por software o hardware.

Segundo nivel. Con el equipo desmontado por las intervenciones del primer nivel, se localizará el componente defectuoso (subconjunto o tarjeta) y se reemplazará.

Tercer nivel. Tiene por objeto reparar, a nivel de componentes los subconjuntos o tarjetas desmontados en las intervenciones de primer y/o segundo nivel, empleando bancos de prueba y herramientas especiales.

El primer nivel de mantenimiento podrá realizarse en: fosas de visita, en el taller de mantenimiento, excepcionalmente en vías secundarias y en vías de servicio o de escape.

El segundo y el tercer nivel se podrán efectuar en un taller de mantenimiento, centralizado o no, según el equipo de que se trate.

Las actividades de mantenimiento correctivo deberán estar organizadas de tal forma que aseguren la mayor disponibilidad de trenes. Para la atención de trenes con fallas los lugares de atención serán el taller de mantenimiento Zaragoza, las fosas de visita de las terminales de Pantitlán y Observatorio, incluyendo vías de escape (vías “Z” enlaces Línea 2 y Línea 3) y vía de pruebas.

“**EL LICITANTE GANADOR**” deberá prever el personal suficiente en cada uno de los puntos de intervención antes citados, incluyendo dos técnicos por turno, itinerante en la línea durante todo el horario de servicio, debidamente capacitado para la atención de averías en trenes durante la operación, para asegurar los requerimientos de disponibilidad del servicio y atender oportunamente cualquier eventualidad que pudiera afectar la continuidad del servicio. “**EL LICITANTE GANADOR**” deberá prever la capacitación de su personal en el ámbito de la operación en línea (reglamentos internos del STC de seguridad industrial y tránsito en vías entre otras)

Los horarios y turnos que se deben cubrir deberán permitir una ágil y oportuna intervención durante todo el horario de servicio: el personal técnico para la atención de averías, deberá estar disponible en el horario de 5:00hrs. a 00:30 hrs. en días hábiles, en domingos y días festivos de 6:00 a 00:30 hrs. Si se requiere laborar en alguna intervención por cuestiones de disponibilidad de trenes o exigencias del servicio, estos horarios podrán ampliarse.

Para todas las actividades con las que se tenga que interactuar con los responsables de la operación (Área de transportación) será a través del jefe de taller de “**EL S.T.C.**”. En la etapa de revisión del plan de Mantenimiento se definirá a detalle la interacción entre el personal de “**EL LICITANTE GANADOR**” y el personal de “**EL S.T.C.**”, para la atención de averías en los puntos arriba señalados, así como durante la operación en la línea.

8.8.1. Atención de Situaciones de Emergencia.

Es obligación de “**EL LICITANTE GANADOR**”, atender bajo la coordinación de “**EL S.T.C.**” cualquier incidencia que se presente con los trenes motivo de esta especificación, tales como: accidentes, descarrilamientos u otras análogas, con la diligencia debida para afectar lo menos posible la operación, debiendo disponer para ello de los equipamientos y vehículos adecuados.

8.8.2. Reparaciones por accidentes no imputables a “**EL LICITANTE GANADOR**” y acciones vandálicas.

“**EL LICITANTE GANADOR**” realizará:

1.-Las reparaciones de las deficiencias o averías de los trenes que ocurran como consecuencia de un inadecuado manejo por parte del personal de “**EL S.T.C.**”, siempre que dicha deficiencia o avería no deba

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 158 DE 168

su origen a un indebido diseño en cuanto a robustez o durabilidad (lo que deberá ser plenamente demostrado por “EL LICITANTE GANADOR”).

2.- Las reparaciones de los trenes originadas por accidentes no imputables a “EL LICITANTE GANADOR”, previa investigación de las causas, de ser imputables a “EI S.T.C.”, será con cargo a este último.

3.- Las reparaciones de los trenes originadas por actuaciones vandálicas, siempre que no sean imputables a “EL LICITANTE GANADOR”.

En relación con los casos anteriores, “EL LICITANTE GANADOR” deberá demostrar plenamente el origen de las averías, y en caso de ser imputables a “EL S.T.C.”, presentará, con carácter previo, la oportuna valoración económica, pudiendo “EL S.T.C.”, aceptarla o rechazarla.

8.9. REFACCIONES Y EQUIPOS.

8.9.1. Refacciones y Materiales de Consumo

Son las refacciones y materiales necesarios para la ejecución del correcto mantenimiento del tren y sus equipos, consideradas en los manuales de mantenimiento de los fabricantes, más las que resulten necesarias sustituir al hacer las actividades de mantenimiento preventivo. “EL LICITANTE GANADOR” podrá realizar actividades adicionales que debido a su experiencia en el mantenimiento considere necesarias para coadyuvar al mejor desempeño de los equipos.

La adquisición, cantidad y manejo de las mismas es responsabilidad total de “EL LICITANTE GANADOR”.

8.9.2. Equipos y Refacciones del Tren y Stock de Seguridad

Se entenderá para este tipo de partes, como los equipos, refacciones y accesorios que componen el tren y que no están catalogados de acuerdo a los manuales de mantenimiento del fabricante del tren y los distintos equipos como refacciones de consumo. Es decir, es todo el equipamiento y refacciones que permiten ejecutar el mantenimiento correctivo en sus tres niveles de intervención y que además asegura que en caso de accidentes o actos de vandalismo se cuente con los stocks de seguridad que permitan una oportuna reparación.

Es responsabilidad de “EL LICITANTE GANADOR” contar con los stocks suficientes, así como su renovación y sustitución de los que sean retirados por fin de vida útil.

8.9.3. Condiciones para el Refaccionamiento

“EL LICITANTE GANADOR” dispondrá, de forma permanente, de un stock adecuado de equipos, refacciones, consumibles y materiales para el buen desarrollo de las actividades contratadas.

Los equipos, refacciones, consumibles y materiales utilizados en los trabajos relativos al mantenimiento de los trenes serán de la marca original suministrados por el fabricante o distribuidor oficial. En caso de existencia de obsolescencia tecnológica, “EL LICITANTE GANADOR” planteará a “EI S.T.C.”, soluciones alternativas convenientemente justificadas y ajustadas a la funcionalidad mínima de origen de los mismos, al estado actual de la técnica y a la calidad del producto, de ser procedente “EL S.T.C.” autorizará su utilización.

8.9.4 Lote de Refacciones para el Mantenimiento y partes de repuesto al fin del contrato.

El proveedor deberá suministrar las refacciones y partes de repuesto adicionales a las que forman parte del alcance de suministro inicial y **serán por un monto equivalente al 2% del valor del lote de vehículos suministrados.** El lote de refacciones y partes de repuesto propuesto deberá indicar el concepto, marca, modelo, fabricante, cantidad que se propone y su precio unitario. “EL STC” **seleccionará artículos y cantidad en la medida que lo juzgue conveniente, manteniendo el monto total.**

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 159 DE 168

El proveedor deberá garantizar que estará en posibilidades de suministrar todos los materiales, refacciones y partes de repuesto requeridos para el mantenimiento de los equipos, **por un periodo mínimo de 20 años, respetando los precios unitarios originales** debidamente actualizados con la inflación del país de origen.

9. TALLERES INSTALACIONES Y EQUIPOS.

9.1. TALLERES

Las actividades de mantenimiento se llevarán a cabo en los talleres de Mantenimiento Sistemático Zaragoza. En el Anexo xxxxx (Talleres Zaragoza), se incluye la distribución de planta del taller y sus instalaciones, el cual será puesto a disposición de **“EL LICITANTE GANADOR”** en los términos de lo aquí establecido.”.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá modernizar las instalaciones del taller, tanto en lo que tiene que ver con la obra civil y electromecánica, así como considerar los equipos que permitan realizar de manera segura y ergonómica las distintas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. A título informativo mas no limitativo deberá considerar Fosas de talleres, instalación de vía de sopleteado, instalación de vía de lavado, foso de lavado de bogíes, vía de pruebas equipada para probar CBTC y puertas de andén, Grúas viajeras y polipastos, locales técnicos de mantenimiento, Locales Técnicos y fosas de visita en terminales etc. El Licitante Ganador deberá presentar a consideración del STC, 3 meses después de la firma del contrato, el proyecto detallado donde queden definidos las características del taller modernizado en planos en AutoCAD y en vistas 3D donde quede debidamente indicados todos los detalles de la obra civil y electromecánica y a satisfacción de **“EL S.T.C.”**. Así mismo presentará la estrategia y programa para la ejecución de los trabajos a consideración de **“EL S.T.C.”** y esta no deberá interferir en las actividades que actualmente se realizan en los talleres de mantenimiento. En el anexo xxxx se presenta a título informativo mas no limitativo las actividades de la obra civil a realizar y el equipamiento sin que esto signifique que **“EL LICITANTE GANADOR”** no pueda considerar equipamiento adicional.

Se precisa que, dado que en los talleres de Mantenimiento Sistemático Zaragoza además del mantenimiento de los trenes de línea 1 también se da mantenimiento a los trenes de línea 9, por lo que parte de las instalaciones modernizadas serán utilizadas por personal de **“EL S.T.C.”** para la ejecución de estas actividades. La definición y la organización de esto se realizará de común acuerdo en las etapas de revisión de diseños. Así mismo dado que la vía de pruebas es de uso común con el Taller de Mantenimiento Mayor Zaragoza el uso de esta también será compartido de acuerdo a protocolos y procedimientos que se definirán en, la etapa de revisión de diseños.

Previo a cualquier actividad de mantenimiento por parte del prestador se deberá concluir la modernización de los talleres.

9.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Para el caso de las instalaciones y equipos que **“EL S.T.C.”** ponga a disposición de **“EL LICITANTE GANADOR”** serán totalmente responsabilidad de éste en cuanto a su cuidado, mantenimiento y desempeño de dichos equipos e instalaciones. Cualquier anomalía o desperfecto en estos no será justificación para el incumplimiento de los servicios contratados.

El uso de las instalaciones y equipos que **“EL S.T.C.”**, ponga a disposición de **“EL LICITANTE GANADOR”** estará sujeto a las normas y reglamentos internos de **“EL S.T.C.”** El mantenimiento y conservación de estas instalaciones y equipos correrán a cargo de **“EL LICITANTE GANADOR”**.

La Modernización de los talleres, así como el equipamiento e instalaciones que se requieran para el desarrollo de las actividades de mantenimiento de los trenes, será a cargo y suministrado, instalado y puesto en operación por **“EL LICITANTE GANADOR”**, en el entendido de que todas las acciones de mantenimiento que estos equipos requieran, así como los que **“EL S.T.C.”**, ponga a su disposición correrán a cargo de **“EL LICITANTE GANADOR”**. Concluido el periodo contractual, todos los equipos e instalaciones

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

serán entregados a “EL S.T.C.” sin costo alguno para “EL S.T.C.”, en condiciones operativas de buen funcionamiento.

Los equipos, refacciones, materiales y consumibles utilizados en los trabajos relativos al mantenimiento del equipamiento de los talleres y en el de los equipos de trabajo cedidos por “EL S.T.C.”, serán de la marca original suministrados por el fabricante o distribuidor oficial.

En caso de existencia de obsolescencia tecnológica, “EL LICITANTE GANADOR” planteará a “EL S.T.C.”, soluciones alternativas convenientemente justificadas y ajustadas a la funcionalidad mínima de origen de los mismos, al estado actual de la técnica y a la calidad del producto, de ser procedente “EL S.T.C.” autorizará su utilización.

10. Normas de seguridad y disposiciones internas de “EL S.T.C.”.

Es obligación de “EL LICITANTE GANADOR” y de su personal el cumplimiento de la normatividad y disposiciones de seguridad de “EL S.T.C.”, y las internas del taller. “EL S.T.C.” dará a conocer tales disposiciones durante la etapa de revisión del plan de mantenimiento. El incumplimiento de estas será objeto de los reportes correspondientes. En caso de cualquier incidente que repercuta en daños de su personal, de “EL S.T.C.”, terceras personas o en los bienes de “EL S.T.C.” motivados por actividades de “EL LICITANTE GANADOR”, este asumirá totalmente la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación de los daños a instalaciones y personas a plena satisfacción de “EL S.T.C.”.

11. SUPERVISIÓN Y PRUEBAS

11.1. SUPERVISIÓN DE LA FABRICACIÓN

Para vigilar el cumplimiento de la especificación técnico-funcional que regula la fabricación de los trenes motivo de este documento, “EL STC” realizará las labores de supervisión durante las etapas de estudios, fabricación y pruebas.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá aceptar por escrito el compromiso de cumplimiento a lo requerido en este capítulo.

“EL LICITANTE GANADOR” dará al personal de supervisión de “EL STC” toda clase de facilidades para el desempeño de sus funciones, permitiendo el libre acceso tanto a sus instalaciones como a las de sus asociados y suministradores, poniendo a su disposición todos los datos precisos para certificar la calidad de los productos y procesos, así como los elementos y dispositivos necesarios para realizar las pruebas, inspecciones y ensayos a que debe someterse el material.

“EL STC” establecerá residencias de tiempo completo en las plantas de “EL LICITANTE GANADOR”, quien se obligará a proporcionarle las instalaciones, los equipos y el apoyo necesario para cumplir satisfactoriamente sus labores, así como sufragará los gastos de supervisión del personal de “EL STC”, por lo que debe considerar en su propuesta económica el monto total del valor de los gastos de supervisión.

“EL LICITANTE GANADOR”, deberá considerar la permanencia de 5 supervisores.

Durante cualquier inspección, “EL LICITANTE GANADOR” está obligado a presentar al personal de supervisión, todos los planos y documentos necesarios del equipo o proceso a evaluar, debidamente autorizados, con el fin de comprobar el apego a los mismos y el cumplimiento de las especificaciones contractuales. Adicionalmente, “EL LICITANTE GANADOR” deberá entregar a “EL STC” copia de los expedientes que contengan los protocolos y resultados de todas las pruebas mecánicas, eléctricas y de todo tipo, realizadas durante el proceso por su departamento de control de calidad.

“EL STC” podrá ejecutar las pruebas que estime convenientes, ya sea en sus laboratorios o en los que elija, a fin de constatar parámetros sobre los que tenga duda. “EL LICITANTE GANADOR” tiene la obligación de proporcionar las muestras y probetas necesarias sin cargo alguno, y a validar los resultados que se obtengan, aplicando las medidas que de dichos resultados se deriven.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

Los costos generados por estas pruebas serán cubiertos por **“EL LICITANTE GANADOR”**.

Los ensayos de laboratorio que **“EL LICITANTE GANADOR”** solicite se lleven a cabo en las instalaciones de **“EL STC”**, deberán ser bajo su costo.

Los ensayos extensométricos, análisis químicos, radiografías, exámenes por ultrasonido, preparación de probetas, y cualquier otro estudio requerido, serán a cargo de **“EL LICITANTE GANADOR”**.

Durante la construcción de los trenes y de sus componentes, la supervisión de **“EL STC”** podrá rechazar los materiales o trabajos ejecutados deficientemente o que no se ajusten a lo especificado, debiéndose reemplazar o rehacer, hasta la entera satisfacción de **“EL STC”**.

Los retrasos que puedan presentarse en la fabricación de los trenes a causa del rechazo de materiales, piezas o equipos que no cumplan con las condiciones especificadas serán imputables a **“EL LICITANTE GANADOR”**, lo que no le dará derecho a prorrogar los plazos de entrega, aumentar los precios, ni a percibir indemnización alguna.

Para establecer el plan general para la supervisión, así como los programas correspondientes, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá presentar a **“EL STC”**, dos meses antes del inicio de la fabricación, **El Plan General de Aseguramiento de la Calidad**, que utilizará en el proyecto, en el que se detallen todas las fases que constituyen el proceso de fabricación, como son: recepción de materiales, fabricación de componentes y sub-ensambles, proceso de fabricación, procesos de ingeniería y métodos, inspección de instrumentos de medición y herramientas, calificación de soldadores y pruebas.

Dicho documento deberá ser lo suficientemente amplio y claro, a fin de conocer los procedimientos del control de calidad que **“EL LICITANTE GANADOR”** efectuará en este proyecto.

11.2. RESPONSABILIDAD

La supervisión que realice **“EL STC”** no exime de modo alguno al **“LICITANTE GANADOR”** de la responsabilidad sobre la calidad y resultados que se deriven de la fabricación de los trenes.

11.3. FASES DE LA SUPERVISIÓN

11.3.1. Supervisión en la Recepción de Materiales y Componentes

A fin de constatar el apego a normas, especificaciones y/o planos autorizados por **“EL STC”**, toda materia prima, productos de maquila, partes, conjuntos y sistemas provenientes de otros fabricantes, será objeto de control por parte de los supervisores de éste y de **“EL LICITANTE GANADOR”**.

Cuando el personal de **“EL STC”** lo solicite, se llevará a cabo esta supervisión, debiendo entregar **“EL LICITANTE GANADOR”** todos los certificados de calidad requeridos.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá prever, en los contratos que celebre con sus asociados, la inclusión de una cláusula en la que se especifique que personal de **“EL STC”** puede participar en la supervisión de la fabricación de sus equipos, así como en la realización de las pruebas tipo y serie de producto terminado en sus instalaciones.

“EL LICITANTE GANADOR” deberá proporcionar al personal de **“EL STC”** copia de cada pedido que solicite a sus diversos suministradores con motivo de esta fabricación de trenes, con lo que se podrá establecer un programa de supervisión.

11.3.2. Supervisión en el Proceso de Fabricación

Tiene como propósito realizar el control en las instalaciones de **“EL LICITANTE GANADOR”**, en todas las posiciones del proceso, incluyendo las de fabricación de sub-ensambles, acabados y pruebas; se consideran también los procesos de evaluación de soldadores y de ajustes del herramental.

Se darán todo tipo de facilidades para este propósito al personal de **“EL STC”**, así como toda la información y colaboración del personal de control de calidad de **“EL LICITANTE GANADOR”** y del que se requiera para efectuar las inspecciones o pruebas solicitadas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	

Además de las inspecciones y pruebas en las diferentes fases del proceso se realizarán pruebas a los equipos y sistemas instalados en los coches, así como al tren como conjunto; en términos generales estas pruebas consisten en:

- **Pruebas Prototipo.** Son las que se efectúan al equipo de un nuevo diseño no experimentado en "EL STC", en este caso "EL LICITANTE GANADOR" se obliga a ajustar los equipos a las condiciones de servicio establecidas en esta especificación. Dado que se trata de equipos de nueva incorporación, el protocolo será propuesto por "EL LICITANTE GANADOR" para aprobación de "EL STC".

Para ciertos elementos esenciales, "EL LICITANTE GANADOR" deberá efectuar pruebas de control de resistencia (ensayos extensométricos de caja y bogíe) sobre los elementos prototipos o sobre piezas especialmente construidas para estas pruebas, antes de iniciar la fabricación de piezas en serie.

Estas pruebas serán efectuadas en presencia de los representantes de "EL STC" y darán lugar a reportes que "EL LICITANTE GANADOR" entregará a "EL STC" para su análisis correspondiente.

Además, se ajustarán a los valores y procedimientos estipulados en los diferentes capítulos de que consta la presente especificación; los equipos, instrumentación y elementos de carga necesarios para la ejecución de estas pruebas serán con cargo al "LICITANTE GANADOR".

- **Pruebas Tipo.** Son las que se realizan obligatoriamente a los equipos cabeza de serie y al primer tren fabricado, previo a la producción en serie, a fin de constatar el cumplimiento de la especificación acordada.
- **Pruebas Serie.** Son aquellas que se realizan para verificar que la fabricación se ajusta a lo estipulado en el proyecto. Las pruebas serie se realizan a la totalidad de equipos y trenes fabricados con el fin de certificar su calidad y adecuado funcionamiento.

"EL LICITANTE GANADOR" proporcionará a "EL STC", para su análisis y aprobación, cuando menos un mes antes del inicio de las pruebas correspondientes, los protocolos de las pruebas prototipo, tipo y serie que se aplicarán, tanto las que deben ejecutarse durante el proceso mismo de fabricación como aquellas que se efectuarán a los coches una vez que se encuentren debidamente terminados.

Por otra parte, con esta misma anticipación de tiempo, se deberán entregar a "EL STC" los protocolos de pruebas prototipo, tipo y serie de los equipos que se realizarán en las instalaciones de sus asociados, para análisis y aprobación, así como para programar con oportunidad la participación de "EL STC".

"EL STC" definirá si es necesario realizar más pruebas de las previstas en el documento mencionado, debiéndose incorporar las que se acuerden procedentes con "EL LICITANTE GANADOR".

11.3.3. Supervisión de Herramientas para el Proceso de Ensamble.

En esta etapa "EL STC" evaluará la precisión y confiabilidad de las herramientas, equipos e instrumentos de medición que regularmente se emplean en el proceso de fabricación de los coches, mediante la presentación y validación de los certificados de calibración emitidas por una entidad certificada.

Dentro de su plan general de aseguramiento de la calidad, "EL LICITANTE GANADOR" deberá indicar su procedimiento y programas de control para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos mencionados.

11.3.4. Autorización de Embarque

Una vez que se concluyan las actividades de fabricación previstas para los nueve coches que forman cada tren, así como las pruebas especificadas en los protocolos correspondientes y cuyos resultados, en ambos casos, satisfagan los requerimientos de "EL STC", "EL LICITANTE GANADOR" elaborará un acta de autorización de embarque, indicando la identificación y tipo de cada coche de que se compone el tren en cuestión. Esta acta será firmada por los representantes de "EL STC" y del "LICITANTE GANADOR".

Anexo a dicho documento, "EL LICITANTE GANADOR" proporcionará a "EL STC", en tres copias, el expediente completo con los registros siguientes:

- Certificados de pruebas.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 163 DE 168

- Certificados de calidad de componentes y equipos del tren durante su fabricación.
- Números de serie de los principales equipos del tren.
- Listado de observaciones efectuadas por el personal de supervisión de "EL STC" en planta y que "EL LICITANTE GANADOR" deberá corregir antes de la puesta en servicio del tren correspondiente.

El transporte, protección de los coches, así como la integridad de los equipos durante el traslado de los trenes entre la planta y los talleres de "EL STC" serán total responsabilidad de "EL LICITANTE GANADOR".

11.3.5. Acta de Inspección de Llegada de Tren a Instalaciones de "EL STC"

A la llegada del tren a las instalaciones de "EL STC", se elaborará en forma conjunta entre "EL LICITANTE GANADOR" y "EL STC" un acta de inspección visual del estado en que llegó dicho tren conforme al protocolo correspondiente.

11.4. ACONDICIONAMIENTO Y PRUEBAS

Una vez que se ha efectuado el traslado del tren a instalaciones de "EL STC", Taller de mantenimiento Rosario, "EL LICITANTE GANADOR" iniciará su acondicionamiento con el propósito de lograr su puesta en operación.

Para el mencionado acondicionamiento, se efectuarán las siguientes actividades:

- Montaje de partes y componentes complementarias, en caso de ser necesario. Sólo se aceptarán ensambles finales en las instalaciones de "EL STC".
- Verificación general.

Estas dos etapas se desarrollarán siguiendo el instructivo que establecerán "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR" de manera conjunta, con la premisa de que ambas fases de acondicionamiento serán efectuadas por el personal de "EL LICITANTE GANADOR", quedando bajo su responsabilidad la correcta ejecución de estos trabajos.

"EL STC" realizará las supervisiones que juzgue pertinentes.

Al concluir las actividades correspondientes al acondicionamiento, "EL LICITANTE GANADOR" notificará a la supervisión de "EL STC" con la finalidad de dar inicio a la fase de pruebas.

Las pruebas a realizar a los trenes en instalaciones de "EL STC", se dividen en 5 grupos:

- Estáticas.
- Dinámicas.
- De pilotaje automático (el programa de ejecución de estas pruebas CBTC será acordado en coordinación con el proveedor del CBTC)
- De asentamiento.
- Tipo de funcionamiento, sólo en el primer tren.

Durante la ejecución de las pruebas estáticas y dinámicas que se efectuarán en taller y vía de pruebas respectivamente, "EL STC" actuará como coordinador del programa establecido, en tanto que "EL LICITANTE GANADOR" lo hará como ejecutor y responsable de las pruebas.

"EL LICITANTE GANADOR" se hará cargo de las pruebas de los equipos del tren que interactúen con la instalación fija en forma integral, apoyado por los proveedores de los mismos, a través de la coordinación de "EL STC".

Las pruebas de asentamiento serán realizadas por "EL LICITANTE GANADOR". Estas pruebas se realizarán con tren sin pasajero y tendrán por objeto comprobar que el funcionamiento del tren como conjunto y de sus sistemas y equipos es correcto y que el tren cumple con las prescripciones exigidas en el contrato y sus documentos de apoyo.

Durante estas pruebas deberá recorrer en la Línea 1 por lo menos 1,200 km.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
	No. Clave:	HOJA: 164 DE 168

Las pruebas tipo del funcionamiento del tren se llevarán a cabo en el primer tren fabricado, previo a su puesta en servicio, con la participación de **"EL LICITANTE GANADOR"**, los fabricantes de equipos principales y **"EL STC"**.

11.5. RECEPCIÓN PARA PUESTA EN SERVICIO

Conforme al programa de entrega de trenes establecido en los **términos del apartado 14 de estas especificaciones**, la recepción para puesta en servicio se realizará una vez que el tren haya cumplido satisfactoriamente con todo el protocolo de pruebas de recepción.

Para ello, se elaborará un acta de recepción para puesta en servicio, una vez que se hayan cubierto todos los puntos pendientes detectados en las pruebas. Si existen pendientes menores que no afecten la seguridad y el funcionamiento adecuado del tren previa valoración de **"EL S.T.C."**, el tren podrá ser recepcionado para su puesta en servicio, adjuntando al acta de recepción el programa de atención de dichos pendientes, cuyo plazo de término no deberá exceder de 3 meses, en caso de que no se hagan las correcciones dentro de este plazo **"EL S.T.C."** Aplicará las penas convencionales de acuerdo al contrato, en **su apartado correspondiente al "Mecanismo de Pagos" Anexo 6 del contrato.**

En ningún caso se recepcionará para puesta en servicio algún tren en condiciones que afecten la seguridad y niveles de funcionamiento especificados para el mismo.

A partir de que cada tren inicie su servicio con usuarios empezará el Servicio de Mantenimiento y se iniciará la contabilización del periodo de puesta a punto para cada tren, así como la evaluación de los niveles de calidad del servicio.

12. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE "EL STC" (ASIMILACIÓN DE LA TECNOLOGÍA)

"EL LICITANTE GANADOR" se obliga a proporcionar la capacitación necesaria al personal de **"EL STC"** para lograr la asimilación del conocimiento tecnológico sobre los aspectos de mantenimiento y operación de cada uno de los sistemas, subsistemas y equipos instalados en el material rodante propuesto, así como las facilidades necesarias para que **"EL STC"**; se relacione directamente con sus procesos de diseño y fabricación, esto a través de la capacitación en las propias instalaciones del integrador y/o fabricante del tren, así como de los distintos equipos que se instalarán de origen y de aquellos que por alguna causa fueran sustituidos.

Esta capacitación se llevará a cabo en las diversas plantas de los fabricantes, así como en las propias instalaciones de **"EL STC"**, con el fin de que el personal de **"EL STC"** cuente con los conocimientos requeridos para operar y supervisar en todas sus modalidades y niveles de mantenimiento los trenes de este nuevo lote, garantizando así la continuidad en la calidad del servicio y la productividad del personal de **"EL STC"** al término del contrato.

Además, esta capacitación deberá permitir a **"EL STC"** la configuración del software de todos los equipos informáticos que estén integrados en los trenes. Dicho Software deberá estar cargado en los equipos de diagnóstico portátiles y fijos que se deberán entregar, 3 meses antes de la entrega del primer tren y deberán permitir todas las opciones de carga configuración, prueba y diagnóstico que le permitan a **"EL STC"** cuando así se requiera, realizar las recargas y ajustes que a futuro y después del término del contrato sin depender del fabricante original del equipo o de terceros.

Durante la fase de revisión de diseños y tren prototipo se establecerá conjuntamente con **"EL LICITANTE GANADOR"**, el programa de capacitación, el lugar, los contenidos y duración de cada curso.

La cantidad y el perfil de los participantes se determinarán por **"EL STC"** incluyendo, el personal académico si así lo designa **"EL STC"**.

Los cursos deberán considerar la capacitación para el siguiente personal:

- **Ingenieros Especialistas.** La capacitación estará dirigida al personal de Ingeniería y la Supervisión al Material Rodante por parte de **"EL STC"**, la cual deberá ser impartida por personal especializado. Deberán prever cursos en el extranjero para por lo menos 12 Ingenieros de **"EL STC"** con una duración por un

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 165 DE 168

periodo que será acordado conjuntamente entre "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR" en las instalaciones del fabricante y sus proveedores.

- En particular como parte de los cursos anteriores para las especialidades de electrónica e informática "EL LICITANTE GANADOR" considerará adicionalmente a 5 especialistas que "EL STC" designe.
- **Personal técnico de Material Rodante y de Transportación.** La capacitación estará orientada a Técnicos de Material Rodante, Reguladores del Puesto Central de Control, Inspectores Jefes de Estación y Conductores, la cual será impartida por "EL LICITANTE GANADOR".

Los temarios deberán considerar según vayan dirigidos al personal técnico u operativo los niveles de profundidad requeridos:

- Estructura general del tren.
- Funcionamiento de todos los sistemas del tren.
- Operación y conducción de los trenes.
- Mantenimiento en todos sus tipos y modalidades establecidas en el **capítulo "Características del Mantenimiento"** considerando el tren como conjunto y sus distintos sistemas.

Todos los manuales de capacitación y los cursos proporcionados deberán estar en idioma español e impartidos por personal experto en el tema y con experiencia en la instrucción, que serán previamente evaluados por "EL STC".

Así mismo los cursos que lo requieran, además de la teoría deberán considerar la capacitación práctica, esto se determinara en la etapa de revisión de diseños de "EL LICITANTE GANADOR".

Durante las fases de diseño y tren prototipo del proyecto se establecerá el inicio del programa de capacitación, los contenidos de cada curso, la duración y la cantidad de participantes se definirán coordinadamente entre "EL STC" y "EL LICITANTE GANADOR". Todos los cursos que se refieran a la ejecución del mantenimiento deberán concluir por lo menos un mes antes de la puesta en servicio del primer tren, de tal manera que el personal de "EL STC" este debidamente capacitado para la supervisión desde el primer tren de mantenimiento sistemático menor y hasta la conclusión de los trabajos de mantenimiento contratados, así como en su momento la supervisión del mantenimiento mayor del material rodante.

Para el caso de cursos en el extranjero "EL LICITANTE GANADOR" sufragará los gastos de capacitación del personal de "EL STC".

Para todos los cursos "EL LICITANTE GANADOR" deberá proporcionar el material didáctico requerido en forma impresa y respaldado en discos compactos, utilizando la versión más reciente de Microsoft Office y CAD-CAM o alguna otra que conjuntamente, se acuerde entre "EL LICITANTE GANADOR" y "EL STC", así como la información documental de apoyo para todos los participantes, adicionando los elementos y actividades que considere necesarios para la mejor comprensión y aprendizaje del tema tratado.

Se deberán establecer cursos para los siguientes temas que deberán impartirse con técnicas de enseñanza teórico práctica y de simulación, que permitan obtener los índices de aprendizaje óptimos:

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 166 DE 168

TEMA	DURACIÓN TOTAL (HORAS)	PARTICIPANTES
Tren como conjunto	60	40
Bogie	40	30
Caja	40	20
Puertas	40	30
Tracción–Frenado	40	30
Generación y Distribución de Energía Eléctrica	40	20
Generación y Distribución de Aire Comprimido	40	20
Ventilación forzada	40	20
Informática Embarcada	40	20
Sistema de Comunicaciones Embarcada	40	20
Señalización y Registro (caja negra)	40	20
Pilotaje Automático CBTC	40	20

“EL LICITANTE GANADOR” deberá contar con personal técnico competente, con dominio en la materia, preparado didácticamente para mejor aprovechamiento del personal de “EL STC”.

13. HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE DIAGNÓSTICO

13.1. HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO

“EL LICITANTE GANADOR” deberá suministrar las herramientas y equipos especiales (bancos de prueba) necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo, sistemático y mayor, que permitan realizar los tres niveles de intervención, los cuales deberán ser entregados máximo un mes antes del primer mantenimiento preventivo menor. Las características de las herramientas especiales y de los bancos de pruebas serán acordadas durante la etapa de diseño.

Así mismo se deberán proporcionar 20 equipos de diagnóstico portátiles con el software instalado necesario de acuerdo a los diversos equipos informáticos indicados en esta especificación, estos equipos deberán ser de uso rudo conforme a la norma MIL STD. Los cuales deberán ser entregados antes de la recepción para puesta a punto del primer tren.

Para el caso del equipo electrónico e informático, “EL PROVEEDOR” deberá proporcionar a “EL STC” todas las herramientas e información técnica que permitan la reparación de cualquier equipo, así como el software necesario para esta actividad. Así mismo, deberá proporcionar la capacitación para el primer, segundo y tercer nivel de intervención.

14. PROGRAMA GENERAL

En la oferta técnica se deberá entregar un programa general de fabricación, indicando las secuencias del proceso del mismo y la entrega de cada uno de los trenes. Este programa deberá estar de acuerdo al programa integral denominado “Cronograma Global” Apartado 11 del Anexo 1 del Contrato.

Éste deberá ser entregado en graficas de Gantt indicando la secuencia general de las etapas de diseño, tren prototipo y fabricación en serie de los trenes.

El inicio del programa general es la fecha de entrada en vigor del contrato.

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 167 DE 168

15. MODIFICAR 10 TRENES NM-16 QUE ACTUALMENTE CIRCULAN EL LÍNEA 1

Una vez terminados los compromisos contractuales de estos trenes con el fabricante CAF, se pondrán a disposición de **“EL LICITANTE GANADOR”** de acuerdo a un programa que se definirá una vez que se conozcan las fechas probables, a fin de que este, realice todas las modificaciones y adaptaciones para que todas las funcionalidades que tendrán los trenes que suministrara de acuerdo a esta especificación, sean realizadas en los trenes NM-16.

“El S.T.C.” en la etapa de revisión de diseños, proporcionara la información que sea requerida por **“EL LICITANTE GANADOR”** a fin de que este prevea los requerimientos y elabore el respectivo programa de estudios, diseño, ejecución y pruebas y puesta en servicio.

Una vez recepcionados para puesta en servicio se considerarán igualmente que los trenes suministrados, como parte del lote de trenes para todos los efectos de mantenimiento y la evaluación de niveles de calidad del servicio de acuerdo al Anexo 6 “Mecanismo de Pagos”.

16. SIMULADOR DE CONDUCCIÓN Y REGULACIÓN DE TRÁFICO

En base al Proyecto Operativo de la Línea 1, a la definición del material rodante, telefonía de trenes y del Sistema de Pilotaje Automático, **“EL LICITANTE GANADOR”** deberá realizar el diseño, construcción y puesta a punto de un Simulador de cabina de Conducción y Regulación de Tráfico, que tendrá como objetivo capacitar al personal operativo y de mantenimiento del STC, el cual debe contemplar las características del perfil de la Línea, el Proyecto Operativo y las especificaciones técnicas y funcionales de los trenes que circularán en la Línea 1 y adicionalmente incorporar lo correspondiente a las líneas 2, 3 y B del STC.

Las prestaciones y características del simulador se mencionan en el Anexo H.

FIN DEL DOCUMENTO

	TITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, SUMINISTRO, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE 30 TRENES DE RODADURA NEUMÁTICA EQUIPADOS CON PILOTAJE AUTOMÁTICO TIPO CBTC PARA LA LÍNEA 1 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO	 GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
	No. Clave:	HOJA: 168 DE 168