

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE VÍA FÉRREA DE LA LÍNEA 12

TOMO IV: GEOMETRÍA DE LA VÍA



SYSTRA
MEXISTRA

[Handwritten signature]

METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE VÍA FÉRREA DE LA LÍNEA 12

TOMO IV: GEOMETRÍA DE LA VÍA

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Contratante	Dirección General de Obras Públicas (DGOP)
Proyecto	Metro de la Ciudad de México
Estudio	Manual de Mantenimiento de vía férrea de la línea 12 Tomo IV: Geometría de la vía
Tipo de documento	Especificación técnica
Fecha	29/12/2016
Nombre del archivo	MDM_TOMO IV_Geometria de la via.docx
Referencia	L12-TRA-VIA-1719-MX-ETE-4
Confidencialidad	
Idioma del documento	Español
Número de páginas	54

PS

APROBACIÓN

Versión	Nombre		Función	Fecha	Visa	Modificaciones
1	Redacción	HAH/DK/MS	Expertos vías	24/11/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	26/11/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	26/11/2015		
2	Redacción	HAH/DK/MS	Expertos vías	01/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	02/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	03/12/2015		
3	Redacción	HAH/DK/MS/CMS	Expertos vías	29/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	29/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	29/12/2015		
4	Redacción	HAH/DK/MS/CMS	Expertos vías	29/12/2015		
	Verificación	FH	Jefe Proyecto	29/12/2015		
	Autorización	PS	Director técnico	29/12/2015		

Handwritten marks: a blue 'P' and 'PS' in the bottom right corner.

TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	9
2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 12	10
3.	ABREVIACIONES	11
4.	TEXTOS REFERENCIALES	12
4.1	TEXTOS EUROPEOS	12
4.2	TEXTOS FRANCESES	12
4.3	TEXTOS ESPAÑOLES	12
4.4	OTROS TEXTOS REFERENCIALES	13
5.	PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	14
5.1	OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA	14
5.1.1	CAUSAS DE LOS FALLOS DE GEOMETRÍA	14
5.2	ESQUEMA DEL PROCESO	16
5.2.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMÁTICO (MPS)	17
5.2.2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO CONDICIONAL (MPC)	17
5.2.3	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)	17
5.2.4	TRAZABILIDAD DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	18
6.	ORGANIZACIÓN DE LA INSPECCIÓN	19
6.1.1	LA DETECCIÓN DE DEFECTOS	19
6.1.2	LOS RECORRIDOS DE INSPECCIÓN	19
6.1.2.1	Los recorridos a bordo de cabina de tren	19
6.1.2.2	Los recorridos a pie	20
6.1.3	LOS REGISTROS	20
6.1.3.1	Los registros de la geometría	20
6.1.3.2	Conservación de los registros	21
6.1.3.3	Frecuencia de los registros	21
6.1.3.4	Utilización de los registros	21
6.1.4	ANÁLISIS DEFECTOS DE GEOMETRÍA RELATIVA	22
6.1.4.1	Características de los defectos	22
6.1.5	ANÁLISIS TRAZADO DE LA VÍA	23
7.	TRAZADO DE LA VÍA	24
7.1	SEGUIMIENTO DEL TRAZADO Y LA POSICIÓN DE LAS VÍAS	24
7.1.1	OBJETIVOS	24
7.1.2	SEGUIMIENTO ESPECÍFICO EN EL TRAMO EN VIADUCTO	24
7.1.3	SEGUIMIENTO ESPECÍFICO EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO	25
7.1.4	INTERFACES CON OBRAS ELECTROMECÁNICAS	25
7.1.4.1	Interfaz trazado de la vía - catenaria	25

7.1.4.2	Interfaz trazado de la vía - CBTC	26
7.1.5	ZONAS DE MARGEN DE MANTENIMIENTO REDUCIDO	26
7.1.6	PANTALLAS DE REFERENCIA	27
7.1.6.1	Cadenamiento y elementos notables del trazado de la vía	27
7.1.6.2	Posición de la vía relativa a la infraestructura	27
7.1.7	PERIODICIDAD INSPECCIÓN Y CONTROL	28
7.2	NIVELES DE CALIDAD	28
7.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAZADO DE LA VÍA	28
7.2.1.1	Rectificación del trazado de la vía	29
7.2.2	POSICIÓN DEL TRAZADO DE LA VÍA	29
7.2.2.1	Zonas de margen de mantenimiento reducido	29
7.2.2.2	Fuera de las zonas de mantenimiento de margen reducido	29
7.2.2.3	Rectificación del trazado de la vía	29
8.	GEOMETRÍA RELATIVA DE LAS VÍAS	30
8.1	INSPECCIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA	30
8.1.1	OBJETIVOS	30
8.1.2	PARÁMETROS GEOMETRÍA RELATIVA	30
8.1.3	PERIODICIDAD INSPECCIÓN	31
8.2	NIVELES DE CALIDAD	31
8.2.1	NIVELACIÓN LONGITUDINAL	31
8.2.2	NIVELACIÓN TRANSVERSAL	31
8.2.3	ALINEACIÓN	32
8.2.4	ANCHO DE LA VÍA	32
8.2.5	OPERACIÓN IMPORTANTE DE MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LOS ADV	33
9.	PRINCIPIOS DE CORRECCIÓN	34
9.1	PRINCIPIOS	34
9.2	DIAGNÓSTICO	34
9.2.1	ESTADO DEL MATERIAL	34
9.2.2	ESTADO DE LOS RIELES	35
9.2.2.1	Estado de las juntas	35
9.2.2.2	Estado de la superficie de rieles	35
9.3	NIVELACIÓN	35
9.3.1	CRITERIOS	35
9.3.1.1	Modo operatorio	35
9.4	ALINEACIÓN	36
9.4.1	CRITERIOS	36
9.4.1.1	Modo operatorio	36
9.5	ENLACE CON LA VÍA NO TRATADA	36
9.6	MEDIOS DE INTERVENCIÓN	37
9.6.1	MÉTODOS MANUALES	37
9.6.1.1	Bateado ligero	37
9.6.1.2	Dispositivos hidráulicos	37

9.6.2	BATEADO MECÁNICO PESADO – MULTICALZADORAS	37
9.6.2.1	Tipos de intervención multicalzadoras de VÍA GENERAL	37
9.6.2.2	Tipos de intervención multicalzadoras MIXTAS	38
10.	FICHA DE INSPECCIÓN	40
11.	FICHAS MÉTODO	41

87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sinóptico metro línea 12	10
Figura 2: Esquema del proceso de mantenimiento de la geometría de vía	16
Figura 3: Exterior e interior vehículo EM-50 en metro Ciudad de México	19
Figura 4: Aspecto de defecto puntual sobre un gráfico EM-50.	22
Figura 5: Aspecto de degradación localizada sobre un gráfico EM-50	22
Figura 6: Ejemplo de defecto de nivelación longitudinal sobre un registro EM-50	23
Figura 7: Pantallas posición relativa de la vía	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Abreviaciones	11
Tabla 2: Textos referenciales europeos	12
Tabla 3: Textos referenciales franceses	12
Tabla 4: Textos referenciales españoles	12
Tabla 5: Otros textos referenciales	13
Tabla 6: Frecuencias de los recorridos de inspección dinámica de vía y aparatos de vía a bordo de cabina de tren	20
Tabla 7: Frecuencias de los recorridos de inspección de vía y aparatos de vía a pie	20
Tabla 8: Zonas de margen de mantenimiento reducido	27
Tabla 9: Inspección y control sistemático MPS – Trazado de la vía	28
Tabla 10: Niveles de calidad – Posición trazado de la vía – Zonas de margen de mantenimiento reducido	29
Tabla 11: Parámetros geométricos de la vía. Fuente imágenes: NF EN 13848-1	31
Tabla 12: Inspección MPS – Trazado de la vía	31
Tabla 13: Niveles de calidad - parámetros geométricos de la vía – Nivelación longitudinal	31
Tabla 14: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Nivelación transversal	32
Tabla 15: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Alineación	32
Tabla 16: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Ancho de vía	33
Tabla 17: Multicalzadoras VIA GENERAL– tipos de intervención destinados al tratamiento de los defectos geométricos	38
Tabla 18: Multicalzadoras MIXTAS – tipos de intervención destinados al tratamiento de los defectos geométricos	39

Handwritten initials: *PS*

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este documento forma parte del Manual de Mantenimiento de vía férrea para la Línea 12 de la Ciudad de México, que tiene como objeto proporcionar un conjunto de recomendaciones para el mantenimiento de la vía basadas en la experiencia adquirida por SYSTRA así como en los textos reglamentarios franceses.

El propósito del Manual de Mantenimiento es definir un marco de referencia que resulte útil en el proceso de toma de decisiones del operador de transporte en la declinación de su estrategia de mantenimiento, el cual está conformado por todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión de una instalación, destinadas a mantenerla o restablecerla a un estado en el cual pueda cumplir su función requerida.

El Manual de Mantenimiento se aplica al conjunto de la Línea 12, excepto a los talleres y colas de maniobras, para una velocidad de circulación máxima de 80km/h y un tonelaje diario de 100 000 T/día, lo que clasifica esta línea en el grupo 2, según la clasificación de la ficha UIC 714. La organización del mantenimiento estará construida sobre esta base en términos de criticidad, tanto para la regularidad de las inspecciones, de los controles y de las intervenciones, como para los niveles de calidad. Integrará el conjunto de componentes presentes sobre la totalidad de la línea, es decir, tanto el armado original como el rehabilitado, siendo este el objeto de los trabajos de rehabilitación para curvas horizontales con radio menor a 550m.

El Manual de Mantenimiento de la vía de la Línea 12 está formado por cinco tomos:

- Tomo I. Principios generales
- Tomo II. Componentes de la vía
- Tomo II. Anexo 1. Defectos de rieles
- Tomo II. Anexo 2. Soldaduras
- Tomo II. Anexo 3. Liberaciones
- Tomo III. Aparatos de vía y de liberación
- Tomo IV. Geometría de la vía
- Tomo V. Plan de mantenimiento

El presente Tomo IV aborda el mantenimiento del trazado de la vía y la geometría relativa de la vía.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 12

Como recordatorio, las principales características de la línea son las siguientes:

- Apertura de la línea 12 en octubre de 2012.
- Suspensión de la operación de la línea entre las estaciones Tláhuac y Atlalilco en marzo de 2014.
- Rehabilitación de la vía de la línea 12 entre las paradas Tláhuac y Culhuacán, durante 2015.
- Longitud desde la estación de Tláhuac hasta Mixcoac: 13,5≈km en viaducto y 10,6≈km en tramo subterráneo.
- Número de estaciones: 3 con andenes centrales y 17 con andenes laterales.
- La vía 1 es circulada en el sentido Tláhuac-Mixcoac y la vía 2 en el sentido Mixcoac-Tláhuac. El origen del trazo se sitúa a nivel de Tláhuac.
- Tipo de material rodante: CAF FE10 sobre rieles.
- Tipo de sistema de vía general: vía férrea soldada en LRS (Largo Riel Soldado) sobre durmientes monobloque de concreto y balasto.



Figura 1: Sinóptico metro línea 12

3. ABREVIACIONES

Apelación	Definición
AD	Aparatos de Dilatación
ADV	Aparatos de Vía
CBTC	Control de Trenes Basado en Comunicaciones
CC	Punto de paso de la clotoide a la curva circular y viceversa
CT	Punto de paso de la clotoide a la tangente
JAP	Juntas Aislantes Pegadas
LRS	Largo Riel Soldado
MPS	Mantenimiento Preventivo Sistemático
MPC	Mantenimiento Preventivo Condicional
MC	Mantenimiento Correctivo
PCC	Puesto de Mando Centralizado
PK	Punto Kilométrico
PCV	Principio Curva Vertical
PTV	Principio Tangente Vertical
R	Radio de la curva horizontal
RTV	Reducción Temporal de la Velocidad
TC	Punto de paso de la tangente a la clotoide
VCC	Cerrojo Carter Coussinet
VO	Valor Objetivo
VA	Valor de Alerta
VI	Valor de Intervención
VR	Valor de Reducción Temporal de la Velocidad

Tabla 1: Abreviaciones

4. TEXTOS REFERENCIALES

4.1 Textos Europeos

Documentos	Título
EN 13 231-1 à 8	Trabajos de vía con balasto - Calidad geométrica de la vía
EN 13848 - 2	Vía - Calidad geométrica de la vía - Parte 2: Sistemas de medida - Vehículos de registro de la vía
EN 13848 - 3	Vía - Calidad geométrica de la vía - Parte 3: Sistemas de medida - Maquinaria de trabajos y de mantenimiento de la vía
EN 13848 - 5	Vía - Calidad geométrica de la vía - Parte 5: Niveles de calidad geométrica de la vía
EN 13803-1	Vía - Parámetros de concepción del trazado de la vía - Ancho de vía 1435mm y mayor

Tabla 2: Textos referenciales europeos

4.2 Textos Franceses

Documentos	Título
IN 2950	Organización del mantenimiento de la vía principal
IN 4345	Reperfilado de los rieles en vía
IN 2640	Mantenimiento de la geometría de la vía
IN 1895	Mantenimiento de la geometría y del ancho de la vía
IN 0275	Rectificación del trazado de las curvas por el método de las flechas

Tabla 3: Textos referenciales franceses

4.3 Textos Españoles

Documentos	Título
N.R.V. 7-3-5.5	Calificación de la vía - Nivelación longitudinal
N.R.V. 7-3-6.0	Calificación de la vía - Alineación

Tabla 4: Textos referenciales españoles

4.4 Otros textos referenciales

Documentos	Título
ICA-ALSTHOM-CARSO	Instrucción técnica para la realineación y renivelación de las vías principales sobre balasto
ICA-ALSTHOM-CARSO	Instrucción técnica para la ejecución de los trabajos de vías

Tabla 5: Otros textos referenciales

Handwritten marks: a blue checkmark and the initials 'PS' in blue ink.

5. PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

5.1 Objetivos del mantenimiento de la geometría de la vía

La organización del mantenimiento de la geometría de la vía y de los aparatos de vía debe permitir, en las condiciones más económicas posibles, **asegurar por un lado la conservación del gálibo, así como la posición y el trazado de las vías mediante:**

- La conservación de la posición de las vías y el respeto de los requisitos de gálibo:
 - ✓ de los obstáculos,
 - ✓ de las vías entre ellas,
- La perennidad de la geometría general de la vía:
 - ✓ trazo en planta,
 - ✓ perfil longitudinal,
 - ✓ peralte

y por otro lado, debe asegurar la estabilidad de la vía, la seguridad de la circulación y el confort de los pasajeros o geometría relativa:

- Evitando la aparición de degradaciones irreversibles de los componentes del sistema de vías (rieles, durmientes...).
- Manteniendo un nivel de calidad geométrica y de estabilidad de la vía permitiendo la circulación de trenes en condiciones óptimas de seguridad, de velocidad y de confort.
- Garantizando el funcionamiento óptimo y la perennidad de las instalaciones de señalización (controles de agujas y de corazones, detectores electromecánicos...).

Estos objetivos serán alcanzados respetando principalmente los niveles de calidad de la geometría de la vía y de los aparatos de vía.

5.1.1 Causas de los fallos de geometría

A lo largo de su vida, la vía férrea se puede ver afectada por fallos de geometría sobre los parámetros de geometría relativa y también de trazado de la vía. Estos fallos resultan de la alteración de las características iniciales posteriores a asentamientos y desplazamientos laterales debidos al paso de las circulaciones, a las variaciones de condiciones climáticas, a defectos de la superestructura, a movimientos internos de la plataforma o del terreno subyacente.

También pueden provenir de intervenciones de mantenimiento mal controladas (transición inadaptada de bateado, parametrización errónea de las características geométricas, sustitución de rieles, correcciones de ancho de la vía, por ejemplo) o de métodos de trabajo inadecuados.

La vía también se puede resultar perjudicada por los defectos de ancho de vía resultado de una degradación de los componentes (rieles y durmientes) o de su ensamblaje. Un defecto de sustentación de los durmientes (apoyo en cabeza o en medio) puede también ser el origen, respectivamente, de sobreancho o de ancho reducido.

Según su naturaleza y su amplitud, los defectos pueden ser visibles sin circulación de trenes o únicamente detectables bajo carga (baile de durmiente, movimiento transversal de la rueda, defecto de sustentación).

De manera general, la evolución de defectos está sujeta a:

A las condiciones de tráfico:

- carga soportada (tonelaje diario, carga por eje),
- velocidad de los trenes,
- agresividad de ciertos materiales rodantes,

Al estado de la superestructura:

- rieles (defectos de superficie, soldaduras angulosas en planta o en perfil),
- durmientes (cara inferior agrietada, baile, fijaciones ineficaces),
 - Baile: para ser eficaz, el contacto durmiente/balasto debería hacerse básicamente bajo el riel; si el durmiente se apoyase en la mitad, estaría sometido a esfuerzos de flexión y provocaría movimientos verticales al paso del tren.
- balasto (inadecuado, desgastado, contaminado),

Al estado de la infraestructura:

- naturaleza de los materiales de la plataforma,
- estado del sistema de drenaje,

A la naturaleza del terreno subyacente:

- capa freática superficial,
- zonas con riesgo de asentamientos,
- zonas de riesgo sísmico.

5.2 Esquema del proceso

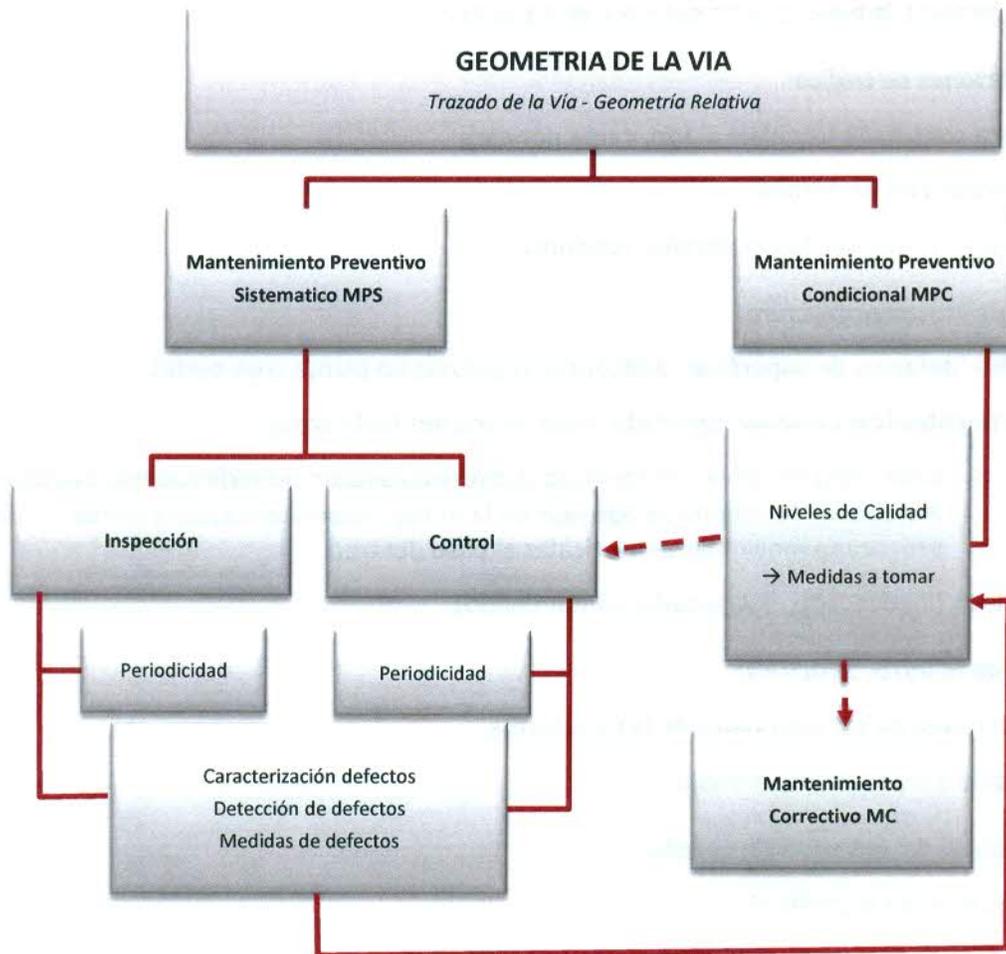


Figura 2: Esquema del proceso de mantenimiento de la geometría de vía

El mantenimiento de la geometría de la vía esta esencialmente constituida de operaciones preventivas. El mantenimiento correctivo debe permanecer excepcional.

La programación de intervenciones de **Mantenimiento Preventivo Sistemático** y las intervenciones de **Mantenimiento Preventivo Condicional** deben aspirar a reducir las **intervenciones correctivas** de la geometría.

Sobre una línea muy frecuentada, el mantenimiento correctivo es más oneroso que el mantenimiento preventivo ya que primero, para una misma intervención, se van a requerir medios excepcionales justificados por la criticidad del fallo (→ intervenciones no programadas, búsqueda de medios de forma urgente) y segundo, una interrupción no programada de la operación, tiene consecuencias perjudiciales para los resultados de disponibilidad de la línea.

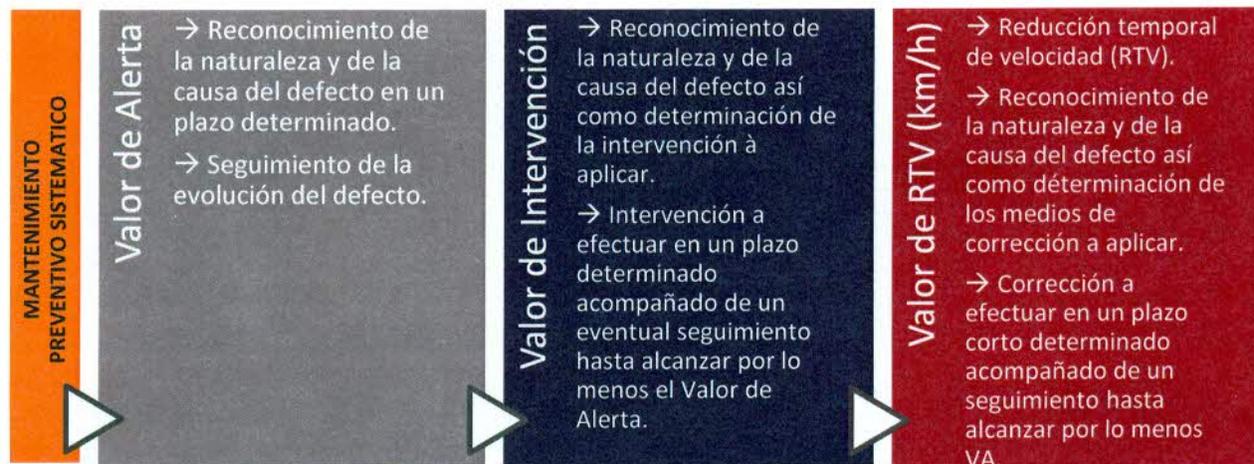
P
PS

5.2.1 Mantenimiento Preventivo Sistemático (MPS)

Las operaciones de Mantenimiento Preventivo Sistemático abarcan las actividades de inspección y control periódicas.

5.2.2 Mantenimiento Preventivo Condicional (MPC)

Las operaciones de Mantenimiento Preventivo Condicional abarcan las operaciones desencadenadas en función del rebasamiento de los umbrales establecidos en los niveles de calidad: Valor de Alerta (VA), Valor de Intervención (VI) y VR (Valor de Reducción temporal de velocidad).



Atañen los defectos manifestados durante la inspección y control tanto de la vía general como de puntos singulares de la vía (JAP, aparatos de vía, aparatos de dilatación, cupones mixtos).

La MPC se basa sobre la idea de no realizar una intervención de mantenimiento sobre un elemento mientras este permita asegurar la función requerida.

5.2.3 Mantenimiento Correctivo (MC)

Estas operaciones intervienen ulteriormente al descubrimiento de degradaciones alcanzando el “Valor de Reducción de velocidad» durante los registros, en el momento de las verificaciones manuales, de recorridos o de incidentes.

Puede ocurrir que haya situaciones extremadamente evolutivas que conduzcan a aumentar fuertemente la periodicidad de los controles y de las operaciones correctivas consecutivas a los mismos. Si un parámetro evoluciona de manera anormal, por ejemplo, si alcanza el “Valor de Reducción de la velocidad” sin pasar por el “Valor de Alerta” y “Valor de Intervención”, hay que clasificarlo en **zona sensible**.

Siendo así, definimos una zona sensible como un tramo de vía en el cual la velocidad de evolución de los defectos es tal que podamos sospechar que después de un registro, dicho tramo pueda verse afectado por uno o varios defectos “Valor de Reducción de la velocidad” antes del próximo registro. Hará falta establecer un ciclo específico de control y de mantenimiento para el parámetro concernido en función de su velocidad de degradación.

5.2.4 Trazabilidad de las operaciones de mantenimiento

El conjunto de operaciones de mantenimiento debe estar documentada inmediatamente en un Plan de Inteligencia Técnica, así como todas las particularidades de la obra (tipo de maquinaria, metodología prevista y realizada, contratista...).



P
PS

6. ORGANIZACIÓN DE LA INSPECCIÓN

6.1.1 La detección de defectos

La detección de defectos debe permitir constatar y localizar la presencia de una degradación de la geometría pudiendo tener consecuencias inmediatas o a corto plazo.

Los medios de detección pueden ser **sin medida** registrada como los recorridos de inspección a bordo de cabina de tren o a pie. Permiten apreciar la evolución, desde el recorrido precedente, del confort al paso o del aspecto visual de los defectos. Permiten una localización bastante precisa de defectos y el eventual desencadenamiento de una operación de medida. Los recorridos a pie permiten también detectar las inestabilidades de la vía, particularmente nefasta para el Riel Largo Soldado, caracterizados por agrupaciones de durmientes con baile.

Los medios de detección pueden ser **con medida**; ese es el caso de registros de la geometría realizados por el vehículo EM-50, disponible en la Línea 12, y maquinaria de mantenimiento de la geometría (multicalzadoras) habilitada para las operaciones de registro.



Figura 3: Exterior e interior vehículo EM-50 en metro Ciudad de México

Las constataciones efectuadas durante los recorridos y registros pueden conllevar una inspección específica de los defectos. Por ejemplo, si se detecta una zona de durmientes con baile, se debe programar una inspección en vía con los útiles adecuados para medir el baile ("danzómetro").

La apreciación de la calidad geométrica se puede hacer a partir del confort de circulación percibido durante el recorrido en cabina, del aspecto visual de la vía estimado durante el recorrido a pie o inspección, y del aspecto más o menos perturbado de los registros de la geometría.

6.1.2 Los recorridos de inspección

6.1.2.1 Los recorridos a bordo de cabina de tren

Los recorridos de inspección dinámica a bordo de cabina de tren están destinados a detectar y a localizar aproximadamente los defectos más importantes, así como aquellos en los que se constata una evolución rápida.

Los defectos de alineación son objeto de un control particularmente prudente, en especial en las vías con Riel Largo Soldado.

LÍNEA 12 DEL METRO A BORDO DE CABINA DE TREN	RANGOS DE PERIODICIDAD
Vía grupo UIC 2 con V < a 90 km/h	Entre 4 y 8 semanas

Tabla 6: Frecuencias de los recorridos de inspección dinámica de vía y aparatos de vía a bordo de cabina de tren

Los defectos de geometría se sienten mejor en la cabina de detrás y se observan mejor en la cabina de delante. Por lo que es conveniente combinar los dos tipos de recorridos.

6.1.2.2 Los recorridos a pie

Los recorridos a pie permiten apreciar visualmente la aparición, la evolución o la gravedad de los defectos de geometría de la vía.

Permiten detectar las inestabilidades de la vía, el baile de los durmientes, especialmente para los Rieles Largos Soldados.

También constituyen la ocasión para detectar anomalías de la plataforma, fisuras, hundimientos, así como desórdenes que puedan surgir en el sistema de drenaje, obturaciones, colapsos... que podrían ser la causa de la aparición de defectos de geometría de la vía.

LÍNEA 12 DEL METRO A PIE		AGENTES: PERIODICIDAD RECOMENDADA	RESPONSABLES: PERIODICIDAD RECOMENDADA
Vía	Durmientes Sateba, ITISA o PRET (grupo 2 según la clasificación de la ficha UIC 714)	Cada 8 semanas	Cada 12 semanas

Tabla 7: Frecuencias de los recorridos de inspección de vía y aparatos de vía a pie

6.1.3 Los registros

6.1.3.1 Los registros de la geometría

La geometría relativa de la vía se caracteriza por el estado de:

- de la nivelación longitudinal,
- de la nivelación transversal,
- de la alineación,
- del ancho de la vía.

El estado bajo carga de los diferentes parámetros se registra periódicamente mediante el vehículo EM-50 y aparece sobre un gráfico en papel realizado a bordo del vehículo.

El gráfico en papel describe los defectos geométricos de la vía cuyas longitudes de onda están comprendidas entre 3 y 15 m aproximadamente.

P

PS

El registro se entrega al operador de transporte al final de cada recorrido.

6.1.3.2 Conservación de los registros

Con el fin de permitir los análisis plurianuales de la evolución de la geometría de las vías, los registros originales deben ser conservados por el operador de transporte y las copias por la empresa que efectúe el mantenimiento.

6.1.3.3 Frecuencia de los registros

Las frecuencias mínimas de registro son determinadas en función:

- del grupo UIC de la línea,
- de la velocidad máxima de circulación de la vía

Para la Línea 12, se trata del grupo 2 con una velocidad inferior a 140km/h. Hace falta prever un registro de geometría y ancho de la vía con una periodicidad de **2 veces por año** (intervalo 6 ± 1 meses).

Las vías directas y vías desviadas se registran con la misma periodicidad que las vías principales en las cuales los aparatos de vía están implantados.

Un conocimiento local más preciso del estado geométrico de las vías y, especialmente la rapidez de su degradación, puede conducir a adoptar, a título temporal o permanente, una frecuencia más elevada de registros.

Se recomienda realizar uno de los registros en el marco de la Revisión de Conformidad de la vía general y aparatos de vía, previa a la temporada de calor. Ver los capítulos de Revisión de Conformidad de los Tomos II y III.

6.1.3.4 Utilización de los registros

Los registros de la geometría de la vía deben permitir el control, conformemente a los niveles de calidad, de la aptitud de la vía para la circulación de vehículos a la velocidad prevista en la línea y a ayudar a la toma de decisiones útiles en materia de organización del mantenimiento.

El gráfico permite determinar los defectos alcanzando o rebasando los umbrales correspondientes a los niveles de calidad condicional.

El estudio del gráfico del registro permite seleccionar las partes vía necesitando diagnósticos en profundidad que desembocarán en intervenciones a corto y medio plazo. Este estudio se realiza reportándose, si es necesario, a los documentos de información (manual de interpretación de los registros, ...) y aplicando las reglas de geometría en vigor en la línea.

Para el mantenimiento de la geometría, el gráfico permite preparar las intervenciones mediante la definición precisa de las zonas, los hilos de referencia, las alturas de levante, los métodos de corrección a aplicar.

Permite visualizar la mejora aportada por las operaciones de mantenimiento y de controlar el respeto de los valores objetivo fijados por las normas.

Para una buena explotación del gráfico del registro, éste debería estar informado. Se trata básicamente de indicar el armamento de la vía, la posición y las características de los aparatos de vía, las zonas sensibles, así como las intervenciones de mantenimiento realizadas o previstas.

6.1.4 Análisis defectos de geometría relativa

Los defectos que se visualizan sobre el gráfico del registro corresponden al hundimiento que un solo hilo de riel (nivelación transversal), o de las dos (nivelación longitudinal), o a un desplazamiento lateral (alineación) puntual conservando las características geométricas de la vía en la que se enmarca.

La figuras a continuación presentan ejemplos de defectos observados en un gráfico obtenido del EM-50.

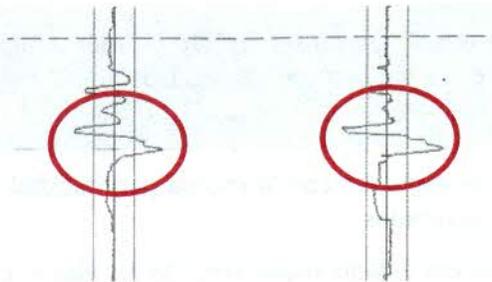


Figura 4: Aspecto de defecto puntual sobre un gráfico EM-50.

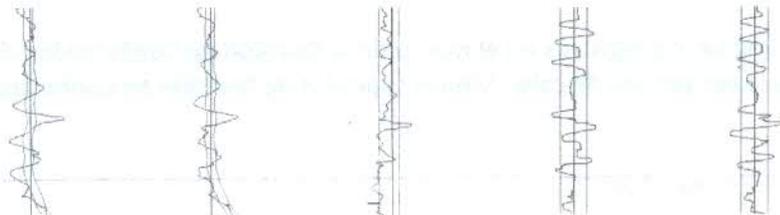


Figura 5: Aspecto de degradación localizada sobre un gráfico EM-50

6.1.4.1 Características de los defectos

○ Longitud de onda de los defectos

En función de la maquinaria y del tipo de registro producido, es posible determinar la longitud de onda de los defectos de nivelación longitudinal y de alineación tal y como se indica en la figura a continuación extraída de un registro en papel EM-50.

PS

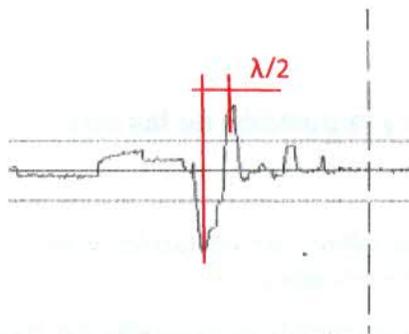


Figura 6: Ejemplo de defecto de nivelación longitudinal sobre un registro EM-50

○ Amplitud de los defectos

La amplitud de los defectos, sobre el terreno, es la diferencia entre la posición real de la vía y una línea ideal que es:

- ⇒ En nivelación longitudinal, una línea uniendo los puntos altos de la vía,
- ⇒ En alineación, la posición media de la vía.

Los gráficos de los registros geométricos proporcionan una imagen de la amplitud de los defectos.

6.1.5 Análisis trazado de la vía

Los defectos que pueden aparecer se indican a continuación:

- **Inconformidad del perfil longitudinal**

Alteración de pendientes constantes,

Deformación de radios verticales de enlace,

Puntos de tangencia (PCV, PTV) deformados (secantes) o desplazados.

- **Inconformidad del trazo en planta**

Creación de doucines de trazado de longitud excesiva,

Deformación de las clotoides,

Retranqueos importantes a proximidad de los TC, CC, CT.

Handwritten marks: a checkmark and the letters 'PS'.

7. TRAZADO DE LA VÍA

7.1 Seguimiento del trazado y la posición de las vías

7.1.1 Objetivos

A fin de garantizar el respeto de los gálibos de obstáculos y de las vías entre ellas además de las características generales del trazado, se procede a:

- controlar el respeto de las características generales del trazado que permiten circular a las velocidades nominales de la línea,
- verificar con regularidad la conservación de la posición de las vías en relación a la infraestructura,
- vigilar la posición de las vías durante las operaciones de mantenimiento de la geometría,
- corregir si es necesario las anomalías constatadas.

7.1.2 Seguimiento específico en el tramo en viaducto

Existe una especificidad en el tramo viaducto debida a los desplazamientos horizontales y verticales de la infraestructura. La evolución de la poligonal constatada con ocasión de la rehabilitación de la vía en dicho tramo pone de manifiesto desplazamientos importantes que conllevan un cuidado especial del seguimiento del trazado de la vía.

La evolución de la poligonal impide conservar el proyecto de implantación del trazado de la vía como referencia absoluta de la geometría ya que los desplazamientos pueden generar conflictos de gálibo entre la implantación teórica de la vía y la posición real de la infraestructura.

Esta imposibilidad de conservar una referenciación absoluta de la posición de las vías nos lleva a dos posibles metodologías:

- 1) Trabajar con una referenciación relativa de la posición de las vías con respecto a la infraestructura
 - Permite asegurar el respeto de los gálibos
 - Control somero de las características generales de la geometría de la vía (radios, longitudes de elementos de transición, etc...) pero no permite hacer un seguimiento de la implantación de los puntos característicos del trazo en planta y del perfil longitudinal
 - **Solución "paliativa"**
- 2) Trabajar sobre la base de la poligonal
 - Se actualiza periódicamente el proyecto de implantación del trazado de la vía sobre la base de la nueva poligonal
 - Permite un control íntegro del trazado de la vía y el respeto de los gálibos
 - Facilita la gestión de las interfaces con las obras electromecánicas
 - **Solución "definitiva"**

En cualquiera de los dos casos, se precisaría un levantamiento topográfico anual que permita:

- La verificación de la implantación de las vías en relación a la infraestructura, en los puntos críticos de gálibos y a las zonas con mayores desplazamientos.
- El control de las características generales del trazado de las vías sobre la base de dicho

levantamiento topográfico.

7.1.3 Seguimiento específico en el tramo subterráneo

Cabe señalar que en el tramo subterráneo no se presentan evoluciones de la infraestructura tan importantes como en el viaducto, sin embargo también es objeto de una evolución acelerada debido a la configuración actual de la plataforma.

La presencia de agua en las capas de asiento del balasto producen un fenómeno de "barco" que hace que la nivelación longitudinal de la vía sufra modificaciones excesivas respecto al standard. Esto incide principalmente en la conservación de la geometría relativa de la vía y requerirá operaciones frecuentes de bateado para compensar este fenómeno. En lo que concierne el trazado de la vía, el cúmulo generalizado de defectos de nivelación se traduce en una dificultad de mantener el proyecto inicial de perfil longitudinal de la vía como referencia absoluta.

Por todo ello y por cuestiones de coherencia, es altamente recomendable aplicar el mismo método de seguimiento del trazado de la vía que se adopte para el tramo en viaducto.

7.1.4 Interfaces con obras electromecánicas

Rectificaciones importantes del trazado de la vía pueden tener un impacto importante sobre los sistemas de CBTC y catenaria, particularmente en los casos de radios horizontales inferiores a 700m.

Se pretende dar a continuación orientaciones que permitan valorar la interfaz entre el trazado de la vía y los sistemas citados. Los impactos reales sobre estos sistemas son evaluados por los responsables de cada sistema.

7.1.4.1 Interfaz trazado de la vía - catenaria

Para todos los ajustes de geometría de la vía, se tendrá que analizar el impacto sobre la catenaria. Dicho análisis se tendrá que hacer por las personas habilitadas y competentes que podrán apreciar el impacto y los ajustes de catenaria necesarios.

Especialmente, se tiene que notar que el punto crítico que se tendrá que verificar son los gálidos para asegurar en contacto entre el pantógrafo y la catenaria dentro de las condiciones normativas después de los ajustes de vía.

En caso de cambios o ajustes en la catenaria, se tendrá que prever a lo mínimo las acciones siguientes:

- Actualización de la geometría de la catenaria
- Actualización de los carnets de montaje
- Actualización de los planos de piquetaje

Después de los ajustes o cambios de catenaria, se tendrán que revisar las instalaciones antes de una nueva puesta en servicio. Los controles que se deberán llevar a cabo son por ejemplo : inspecciones de gálidos, inspección geométrica, controles de tensión, prueba de continuidad...

PS

7.1.4.2 Interfaz trazado de la vía - CBTC

Primero, cabe mencionar que el sistema de señalización y pilotaje automático CBTC usa el perfil longitudinal como dato de entrada para realizar, en seguridad, el control de velocidad y el respeto de los puntos a proteger (aparatos de vía, puntos fijos). Los perfiles longitudinales en el sistema CBTC son considerados “invariantes” es decir que no deben cambiar con el paso del tiempo. Si esta propiedad no está verificada, la seguridad de las operaciones puede ponerse en peligro.

La dificultad actual en el contexto de las características de los suelos y subsuelos de la Ciudad de México es que se pueden ocasionar desplazamientos de la infraestructura que pueden producir variaciones de los perfiles longitudinales de la vía.

En consecuencia y, a fin de garantizar la seguridad del tráfico en la Línea 12, se debe aplicar la metodología siguiente de manera regular:

1. Recuperar los datos topográficos y de la poligonal para identificar las zonas de peligro potencial (zonas de cambio **significativo** del perfil longitudinal y asociadas con puntos de paro)
2. Para cada uno de los puntos de paro asociado a una zona de peligro potencial:
 - a. Realizar los cálculos de desplazamientos máximos
 - b. Verificar si los resultados quedan dentro de los valores de tolerancia del sistema CBTC
 - c. Si los resultados no cumplen con los valores de tolerancia del sistema CBTC, es necesaria una actualización de la datos CBTC respecto al perfil longitudinal

7.1.5 Zonas de margen de mantenimiento reducido

Las denominadas zonas de « margen de mantenimiento reducido » deben pasar por un control de la posición de la vía, antes y después de cada intervención sobre la geometría.

Esto controles permiten:

- determinar los límites de levante y de desplazamiento admisibles durante la intervención,
- verificar la conformidad de la posición de la vía después de los trabajos.

Asimismo las zonas de « **margen de mantenimiento reducido** » son objeto de un mantenimiento especial de forma a asegurarse de la seguridad del paso de los trenes y que los desplazamientos de la vía no pudieran ocasionar que el obstáculo se encuentre en el gálibo dinámico del tren.

En la Línea 12 se definen la zonas sobre la base de los estudios y ensayos de gálibos, que se realizaron en el marco del diagnóstico y de la rehabilitación de la línea, y que mostraron los puntos más críticos de la vía en relación al murete central:

ZONAS DE MARGEN DE MANTENIMIENTO REDUCIDO	VÍA
Curva 7: clotoide de entrada	2
Estación Zapotitlán	1

Handwritten marks: a blue 'y' and 'PS' in blue ink.

Curva 10: clotoide de entrada	1
Estación San Andrés	1
Curva 30: clotoide de entrada	1
Estación Culhuacán	1
Curva 34: clotoide de entrada	1
Nariz de andén estaciones	1-2

Tabla 8: Zonas de margen de mantenimiento reducido

Por otro lado, se incluye también la **nariz de andén de las estaciones** a la lista de zonas de margen de mantenimiento reducido.

7.1.6 Pantallas de referencia

7.1.6.1 Cadenamiento y elementos notables del trazado de la vía

Las vías de la línea 12 tienen pantallas con el PK cada 10m en recta y cada 5m en curva. También existe una referenciación de los puntos característicos del trazo en planta y del perfil longitudinal. Las pantallas existentes materializan el eje de trazo original de la línea 12 con anterioridad a las obras de rehabilitación de la línea.

En el tramo sobre viaducto, después de la rehabilitación, existen nuevas marcas de obra que se referencian a cada vía, que no son duraderas y que siguen un cadenamiento diferente al original de la línea.

Convendría definir y materializar una referencia perenne y compatible con los trabajos de rehabilitación realizados en el tramo en viaducto pero también con las futuras evoluciones en el tramo en túnel.

En cuanto al cadenamiento, se puede referenciar al eje de trazo o bien al eje de cada vía. El cadenamiento por eje de vía tiene la ventaja de que sigue el desarrollo de cada vía; por ejemplo, la multicalzadora se programa por vía sin tener que introducir los saltos de PK derivados de tomar como referencia el eje de trazo.

7.1.6.2 Posición de la vía relativa a la infraestructura

Se recomienda referenciar la implantación de las vías en relación a la infraestructura en las zonas de mantenimiento de margen reducido.

Se propone materializar pantallas indicando la distancia horizontal (d) y vertical (a) al riel más próximo a la pantalla:

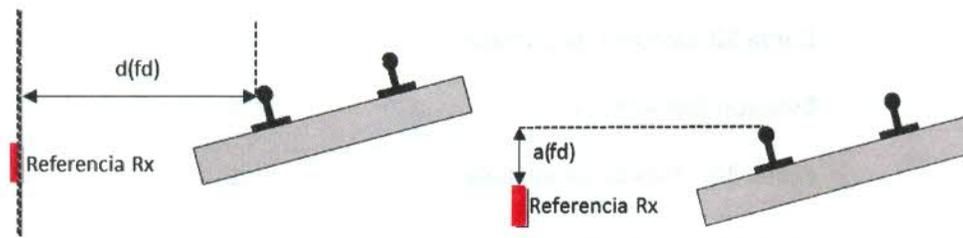


Figura 7: Pantallas posición relativa de la vía

Estas pantallas permiten controlar fácilmente durante controles sistemáticos específicos e incluso durante los recorridos de inspección de la vía, la posición de la vía en relación a la infraestructura.

7.1.7 Periodicidad inspección y control

ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
Recorridos de inspección	Ver capítulos §6.1.2 y §6.1.3
Control " Posición de la vía" en las zonas de mantenimiento de margen reducido en relación a la pantalla	3 veces al año*
Actualización de la poligonal	3 veces al año*
Levantamiento topográfico de toda la vía y los obstáculos próximos (en las zonas de mantenimiento de margen reducido). A continuación: ⇒ Control del respecto de las normas de trazado ⇒ Control de la posición de la vía en relación a la infraestructura	1 vez al año*
Actualización del proyecto de implantación de la vía	1 vez al año**

Tabla 9: Inspección y control sistemático MPS – Trazado de la vía

***Nota: revisable en función de las comprobaciones realizadas.**

****Nota: en función de la metodología adoptada.**

7.2 Niveles de calidad

7.2.1 Características generales del trazado de la vía

Las características generales del trazo en planta, peralte y perfil longitudinal de las vías deben respetar los criterios de concepción del trazado, relativos a la seguridad, confort y calidad de conservación, para las velocidades adoptadas en la operación de la Línea 12.

En caso de no cumplir las exigencias de diseño, será necesario rectificar el trazado para poder mantener la velocidad de operación practicada. En caso de no poder cumplir con los requisitos de diseño, se deberá:

- Reducir la velocidad máxima de circulación si el parámetro afecta a la seguridad.

- Aceptar un nivel de confort inferior, si el parámetro no concierne la seguridad, y aceptando una peor conservación de la vía.

7.2.1.1 Rectificación del trazado de la vía

En caso de proceder a una rectificación del trazado de la vía, será necesario prever un análisis previo de gálibos para determinar si es necesario un levantamiento topográfico en la zona para el desarrollo del estudio de implantación del trazado de la vía.

7.2.2 Posición del trazado de la vía

7.2.2.1 Zonas de margen de mantenimiento reducido

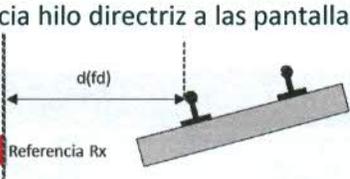
ELEMENTO	UMBRALES	MEDIDAS
<p>Altitud hilo directriz medida a las pantallas</p> 	<p>VA: - 2 / +15 mm</p>	<p>Conducir un estudio de gálibos y seguir vigilando para asegurarse de que el obstáculo no se encuentre dentro del Gálibo Dinámico del tren</p>
<p>Distancia hilo directriz a las pantallas</p> 	<p>VA: ± 9 mm</p>	

Tabla 10: Niveles de calidad – Posición trazado de la vía – Zonas de margen de mantenimiento reducido

7.2.2.2 Fuera de las zonas de mantenimiento de margen reducido

Fuera de las zonas de margen de mantenimiento, se puede utilizar la evolución de la poligonal como parámetro de referencia. Cuando ésta sufra una modificación de **50mm en vertical o en horizontal**, sería conveniente conducir un estudio de gálibos detallado de la zona en caso de presencia de obstáculos a proximidad de la vía. En función de la conclusión del estudio de gálibos se procederá a la intervención más apropiada, bien sobre el obstáculo si es posible, bien sobre la implantación de la vía.

7.2.2.3 Rectificación del trazado de la vía

En caso de proceder a una rectificación del trazado de la vía, será necesario prever un análisis previo de gálibos para determinar si es necesario un levantamiento topográfico en la zona para el desarrollo del estudio de implantación del trazado de la vía. La resolución de un conflicto de gálibo en un punto puede conllevar un nuevo conflicto en otro punto.

PS

8. GEOMETRÍA RELATIVA DE LAS VÍAS

8.1 Inspección de la geometría de la vía

8.1.1 Objetivos

La verificación de la geometría relativa de la vía permite asegurar la consecución de los siguientes objetivos:

- ⇒ ausencia de aparición de degradaciones irreversibles de los componentes (rieles, durmientes),
- ⇒ conservación de un nivel de calidad geométrica que permita la circulación de trenes en condiciones satisfactorias de seguridad y confort.

8.1.2 Parámetros geometría relativa

La calidad geométrica de la vía se deduce de la evaluación de parámetros específicos, con respecto a la media o a las características geométricas de construcción, en el sentido vertical o lateral, que pueden comprometer la seguridad o estar correlacionados con la calidad de la marcha (definición NF EN 13848-1).

DEFINICION	FIGURAS
<p>Nivelación Longitudinal – NL</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivelación longitudinal <p>Valor nominal → $d_{NL}=0$</p>	
<p>Nivelación Transversal - NT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivelación transversal <p>Valor nominal → 0 mm (recta), peralte (según curva)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Variación de nivelación transversal g_3: diferencia entre los peraltes reales de dos puntos distanciados de 3m <p>Valor Nominal $g_3 \rightarrow 0$ mm (recta/arco), 3*rampa de peralte mm (clotoide)</p> <p>NOTA: en la evaluación de la NT, se ha de tener en cuenta el fenómeno del baile de durmientes</p>	
<p>Alineación - D</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En recta : flecha medida cada 10 m en medio de una cuerda de 20m <p>Valor nominal → $f_a=0$</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En curva : : flecha medida cada 10 m en medio de una cuerda de 20m <p>Valor nominal → $f_{20}=50\ 000 / R$ ($250 < R < 550m$)</p>	

<p>En curva: flechas medidas cada 5m en medio de una cuerda de 10m Valor nominal $\rightarrow f_{10}=12\ 500/R$ ($R \leq 250m$)</p>	
<p>Ancho de la vía</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ancho mediano Valor nominal $\rightarrow 1435mm$ (armamento original) Valor nominal $\rightarrow 1439mm$ (armamento rehabilitado) ▪ Variación de ancho Valor nominal $\rightarrow v_e=0mm$ 	

Tabla 11: Parámetros geométricos de la vía. Fuente imágenes: NF EN 13848-1

8.1.3 Periodicidad inspección

ACTIVIDAD	PERIODICIDAD
Recorridos de inspección	Ver capítulos §6.1.2 y §6.1.3

Tabla 12: Inspección MPS – Trazado de la vía

8.2 Niveles de calidad

8.2.1 Nivelación longitudinal

ELEMENTO	UMBRALES	MEDIDAS
Defecto de nivelación longitudinal (base de medida máx. de 15m) <i>En zonas de armamento original y rehabilitado</i>	VA: 11mm VI: 19mm VR: 28mm	VI \rightarrow Intervención en menos de 15 días mediante una operación de nivelación VR \rightarrow RTV 40km/h + Reparación en un plazo de 48 horas
Defecto de nivelación longitudinal (base de medida máx. de 15m) <i>En zonas de transición*</i>	VA: 9mm VI: 11mm VR: 22mm	VR \rightarrow RTV 40km/h + Reparación en un plazo de 48 horas

Tabla 13: Niveles de calidad - parámetros geométricos de la vía – Nivelación longitudinal

*Las zonas de transición están sometidas a valores más restrictivos con el objetivo de garantizar un mantenimiento más exhaustivo de los cupones mixtos, durante un periodo limitado de 18-24 meses después de la puesta en servicio.

8.2.2 Nivelación transversal

ELEMENTO	UMBRALES	MEDIDAS
Defecto de nivelación transversal <i>En zonas de armamento original y rehabilitado</i>	VA: 9mm VI: 12mm VR: 18mm	VI → Intervención en menos de 7 días mediante una operación de nivelación
Defecto de nivelación transversal <i>En zonas de transición*</i>	VA: 8mm VI: 10mm VR: 16mm	VR → RTV 20km/h + Lubricación riel + Reparación en un plazo de 48 horas + Seguimiento permanente**
Variación de nivelación transversal g3	VA: 9mm en 3m VI: 15mm en 3m VR: 21mm en 3m	

Tabla 14: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Nivelación transversal

* Las zonas de transición están sometidas a valores más restrictivos con el objetivo de garantizar un mantenimiento más exhaustivo de los cupones mixtos, durante un periodo limitado de 18-24 meses después de la puesta en servicio.

** El seguimiento permanente consiste en:

- El control visual del comportamiento de los vehículos y de la vía al paso de cada circulación sobre la zona o el defecto incriminado.
- La verificación en carga, mínimo cada cinco circulaciones, del parámetro incriminado.

8.2.3 Alineación

ELEMENTO	UMBRALES	MEDIDAS
Defecto de alineación	VA: 9mm VI: 14mm VR: 24mm	VI → Intervención en menos de 15 días mediante una operación de alineación-nivelación VR → RTV 40km/h + Reparación en un plazo de 48 horas

Tabla 15: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Alineación

8.2.4 Ancho de la vía

ELEMENTO	UMBRALES	MEDIDAS
Ancho mínimo Vía general y vía directa ADV	VA: 1432mm VI: 1430mm VR: 1428mm	VI → Intervención en menos de 1 mes mediante el reemplazo de los topes afectados
Ancho máximo Vía general y vía directa ADV	VA: 1445mm VI: 1450mm VR: 1462mm	VR → RTV 40km/h + Reparación en un plazo de 48 horas

ps

Ancho mínimo Vía desviada ADV	VA:1432mm VI: 1430mm VR: 1428mm	VI → Intervención en menos de 96 horas mediante el reemplazo de los topes afectados
Ancho máximo Vía desviada ADV	VA: 1455mm VI: 1460mm VR: 1470mm	VR → RTV 40km/h + Reparación en un plazo de 48 horas

Tabla 16: Niveles de calidad parámetros geométricos de la vía – Ancho de vía

8.2.5 Operación importante de mantenimiento de los componentes de los ADV

Se ha de prever la reconstitución de la geometría en los aparatos de vía posteriormente a una operación importante de mantenimiento de los componentes de los ADV.

PS

9. PRINCIPIOS DE CORRECCIÓN

9.1 Principios

La utilización de medios manuales siendo particularmente onerosa, cabe privilegiar las intervenciones con medios mecánicos.

En consecuencia y aparte de las operaciones de mantenimiento correctivo, sólo las zonas en las que la naturaleza y el estado de los componentes de la vía impedirían la perennidad de un trabajo mecánico pueden ser justificables intervenciones manuales. La utilización de medios mecánicos requiere una organización pesada, cabe privilegiar una programación de intervenciones y evitar las intervenciones en urgencia.

La fase obligatoria de diagnóstico permite definir los medios de corrección correspondientes a la tipología de degradación constatada.

Los medios utilizados, principalmente los mecánicos, deben beneficiar periodos de intervención diarios lo más amplios posibles.

Las consecuencias de un error de parametrización de la maquinaria de mantenimiento de la vía pueden ser importantes, tanto para la seguridad y la regularidad de circulaciones, como financieramente. Es conveniente proporcionar informaciones completas y fiables a los operarios de la maquinaria.

9.2 Diagnóstico

Los registros de la geometría de vías, el uso de los gráficos y de los análisis inmediatos, así como los recorridos en cabina y a pie permiten detectar las anomalías y apreciar las velocidades de evolución.

Se recomienda tratar las causas de los defectos antes de cualquier intervención sobre la geometría propiamente dicha y determinar esas causas desde la clasificación del defecto en "Valor de Alerta".

La búsqueda de la o las causas de las anomalías o de las degradaciones requiere un diagnóstico que se debe efectuar sobre el terreno y que debe incluir todos los elementos que impacten la conservación de la geometría: estado de la superficie de los rieles, calidad del ensamblaje de las juntas, estado de los durmientes y fijaciones, cantidad y calidad de balasto, sistemas de drenaje, ...

9.2.1 Estado del material

Una corrección de geometría bien conducida no puede ser durable si los componentes de la vía están degradados.

Previamente a la toma de decisión de intervención de corrección de la geometría, es indispensable controlar el estado de los componentes de la vía. En los aparatos de vía estos controles son efectuados durante las operaciones de verificación de Familia A y Familia B.

Es recomendable corregir las anomalías de los componentes de la vía antes de cualquier intervención de geometría, a la excepción del esmerilado de los rieles.

9.2.2 Estado de los rieles

9.2.2.1 Estado de las juntas

La corrección del ensamblaje de juntas, los recargues de extremos, debe ser efectuada antes de la intervención de geometría.

9.2.2.2 Estado de la superficie de rieles

La presencia de defectos de superficie de rieles o de corazones, o de perfil transversa o longitudinal de la cabeza del riel puede conducir a la ejecución de una recarga o de un esmerilado.

El esmerilado de rieles debe intervenir de preferencia, después de la corrección de la geometría, o sobre una vía cuyos parámetros respeten los valores de los niveles de calidad de la geometría.

Además, en el caso de un levante de la vía, de una renovación de balasto o de una renovación de los componentes, el retorno de experiencia muestra que un amolado ejecutado lo más pronto posible después de los trabajos influye positivamente sobre la calidad y la perennidad de las características geométricas de la vía.

9.3 Nivelación

9.3.1 Criterios

Excepto por la realización de un desguarnecido previo, es imposible efectuar una corrección de nivelación por descenso de la vía. Todas las operaciones de corrección de nivelación se hacen entonces por levante de la vía.

Cualquiera que sea el método de corrección de nivelación utilizado, la altitud de consigna del plano de rodadamente de la vía, en cualquier punto de la zona de intervención, deberá respetar los criterios siguientes:

- Pasar por encima de todos los puntos altos de la vía en la zona de intervención,
- Respetar los límites de galibo en la vertical,
- Asegurar la corrección de nivelación transversal tomando en cuenta el posible tercio,
- Realizar un diagrama de peraltes conforme al proyecto,
- Realizar un perfil longitudinal conforme a las reglas de concepción,
- Respetar los umbrales de los niveles de calidad.

Nota: la nivelación de los JAP debe ser particularmente cuidadosa a fin de evitar la aparición de desórdenes irreversibles en el ensamblaje (fisuras de rieles o de bridas, desprendimiento) o de los rieles constitutivos (arqueo de rieles).

9.3.1.1 Modo operatorio

Ver Fichas método IV.1 y IV.2 del presente Tomo.

9.4 Alineación

9.4.1 Criterios

Contrariamente a la nivelación, la alineación se puede hacer por ripado hacia la derecha o hacia la izquierda. Si no hay una consigna particular relacionada con el gálibo o a la modificación del trazo de origen de la vía, los ripados indicados deberán asegurar el mantenimiento de la vía en su posición media. Es decir, los ripados hacia la derecha y hacia la izquierda deberán equilibrarse.

El levante de la vía, a pesar de las precauciones tomadas, provoca en general un desplazamiento lateral de la misma; toda operación de corrección de la nivelación debe por lo tanto estar acompañada de una operación de alineación. Según el método de intervención utilizado, dicha alineación puede ser simultánea (en el caso de bateado mecánico pesado) o ser objeto de una segunda operación (en el caso de nivelación manual).

Excepto en el caso de pre-ripado previo a una modificación de trazado, la realización de únicamente una alineación esta proscrita:

- ⇒ La realización de una alineación sola sin levante induce inevitablemente una degradación de la nivelación longitudinal y de nivelación transversal. Esta operación desconsolida considerablemente la vía y se traduce generalmente por un retorno rápido de la vía a su posición inicial.

Cualquiera que sea el método de corrección de alineación utilizado, la posición lateral de la vía y de su curvatura, et cualquier punto de la zona de intervención, deberán respetar los criterios siguientes:

- Regularizar la curvatura (diagrama de flechas) de la vía equilibrando los ripados a izquierda y derecha de su posición inicial o de su posición prescrita,
- Respetar los límites de gálibos de obstáculos y de las vías entre ellas,
- Realizar un trazado conforme a las reglas de concepción,
- Respetar los umbrales de los niveles de calidad.

9.4.1.1 Modo operatorio

Ver Fichas método IV.1 y IV.2 del presente Tomo.

9.5 Enlace con la vía no tratada

Los enlaces con las extremidades de la zona de intervención deberán respetar los valores de los niveles de calidad de la geometría sobre el conjunto de parámetros de nivelación longitudinal, transversal y de alineación.

Con el objetivo de facilitar el respeto de este criterio, las extremidades de las zonas de intervención serán escogidas en zonas correctas desde el punto de vista de la geometría, de preferencia respetando los parámetros de concepción, excepcionalmente hasta el "Valor de Alerta".

9.6 Medios de intervención

Los medios empleados serán escogidos tomando en cuenta la tipología de los defectos a corregir, del nivel de calidad esperado, de los intervalos disponibles, del costo global de las diversas prestaciones posibles.

La utilización de métodos manuales se deberá limitar a degradaciones localizadas, como por ejemplo las juntas, o a intervenciones de mantenimiento correctivo (defectos “Valor de Reducción de la velocidad”). La degradaciones sobre longitudes importantes se tratan con la multicalzadora.

9.6.1 Métodos manuales

9.6.1.1 Bateado ligero

El bateado manual consiste en compactar por percusión los elementos de balasto bajo los durmientes a nivel de las dos filas de riel para formar los apoyos que aseguran, por su homogeneidad, la repartición de esfuerzos verticales sobre la plataforma, y por roce, la resistencia a los desplazamientos horizontales de los durmientes.

Cualquier operación de bateado ligero, incluyendo las juntas, a excepción del calado del baile de durmientes sin levante de la vía, será seguida de una alineación de la zona tratada. Ver Ficha método “Bateado – Alineación Manual”.

Este bateado así como el bateado pesado, son indisolubles de la calidad y de la conservación de la geometría de la vía.

9.6.1.2 Dispositivos hidráulicos

Se puede contemplar el uso de dispositivos hidráulicos para tratar defectos puntuales de alineación. Aunque se recomienda privilegiar el bateado para corregir los defectos de geometría relativa.

9.6.2 Bateado mecánico pesado – multicalzadoras

Las operaciones de bateado pesado conducen a la atrición progresiva del balasto, por lo que estas operaciones se deben de programar con medida.

Las multicalzadoras permiten ejecutar todo tipo de trabajos de realización o de corrección de la geometría y consiguen un trabajo con una calidad geométrica que las técnicas manuales no permiten obtener.

Las multicalzadoras se denominan de VIA GENERAL cuando sus grupos de bateado y de levante-ripado sólo permiten tratar la vía general. La Línea 12 cuenta actualmente con este tipo de maquinaria.

Las multicalzadoras se denominan MIXTAS cuando sus grupos de bateado y de levante-ripado permiten tratar la vía general y los aparatos de vía. La Línea 12 no cuenta actualmente con este tipo de maquinaria.

9.6.2.1 Tipos de intervención multicalzadoras de VÍA GENERAL

A continuación, se presentan los tipos de intervención contemplados para las multicalzadoras de VÍA GENERAL.

TIPO DE INTERVENCIÓN

ADAPTADA A LA REALIZACIÓN DE:

Metro de la Ciudad de México
Manual de Mantenimiento de vía férrea de la línea 12
Tomo IV: Geometría de la vía

L12-TRA-VIA-1719-MX-ETE-4
29/12/2016

Página 37/54

Y

PS

<p>INTERVENCION CONTINUA Destinada al tratamiento de degradaciones generales de la vía general</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateado continuo de mantenimiento de la vía general (a partir de 300m) ▪ Nivelación complementaria posterior a la renovación de balasto o de una renovación de componentes de la vía
<p>INTERVENCION LOCALIZADA Destinada al tratamiento de degradaciones localizadas de la vía general</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateado localizado de la vía general (< 300 m) ▪ Nivelación complementaria posterior a trabajos sobre una longitud reducida (<300 m)
<p>INTERVENCION PUNTUAL Destinada al tratamiento de degradaciones puntuales de la vía general</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateado puntual de mantenimiento de la vía general ▪ Bateado de juntas

Tabla 17: Multicalzadoras VIA GENERAL– tipos de intervención destinados al tratamiento de los defectos geométricos

9.6.2.2 Tipos de intervención multicalzadoras MIXTAS

A continuación, se presentan los tipos de intervención contemplados para las multicalzadoras MIXTAS.

TIPO DE INTERVENCIÓN	ADAPTADA A LA REALIZACIÓN DE:
<p>INTERVENCIÓN CONTINUA Destinada al tratamiento de degradaciones generales de la vía general o ADV</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateado de mantenimiento de ADV completos y sus vías de empalme, ▪ Bateado de mantenimiento de los AD (aparatos de dilatación), ▪ Nivelación complementaria posterior a la colocación o reemplazo de ADV o AD, ▪ Bateado de mantenimiento o de obras de vía general en curvas de radio muy reducido, o con espaciamiento entre durmientes irregular o con armamento especial, incompatibles con la utilización de multicalzadora de tipo VIA GENERAL.
<p>INTERVENCIÓN LOCALIZADA Destinada al tratamiento de degradaciones localizadas de la vía general o ADV</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateado localizado de mantenimiento en los ADV y sus vías de empalme, ▪ Bateado localizado de mantenimiento en los AD, ▪ Nivelación complementaria posterior al reemplazo de partes de aparatos de vía, ▪ Bateado localizado de mantenimiento o de obras de vía general (<300m) con armamento especial incompatible con la utilización de multicalzadora de tipo VIA GENERAL.

P

RS

INTERVENCIÓN PUNTUAL

Destinada al tratamiento de degradaciones puntuales de la vía general o ADV

- Bateado puntual (corazones, juntas) de mantenimiento de los ADV y sus vías de empalme,
- Bateado puntual de mantenimiento (juntas, correcciones < 50m) de la vía general.

Tabla 18: Multicalzadoras MIXTAS – tipos de intervención destinados al tratamiento de los defectos geométricos

10. FICHA DE INSPECCIÓN

FICHA DE MEDIDA Y CALCULO DEL ALABEO SOBRE 3 METROS (g3)

Via		de PK		a PK		Medición realizada el	
PK	baile	peralte	peralte	baile	g	g3	g3 → alabeo con base de 3m

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	A																																

g1 = baile A + peralte A o B + baile B

= g6-g1

Establecido el día	VISA
por	

p
ps

11. FICHAS MÉTODO

Bateado - alineación manual	Ficha método IV.1
<p>1 Objeto</p> <p>El bateado consiste en compactar, por vibración o percusión, los elementos de balasto por debajo de los durmientes en las dos filas del riel para formar "cajas" que por su homogeneidad se encargan de la distribución de los esfuerzos verticales en la plataforma y por fricción, la resistencia a los desplazamientos horizontales de los durmientes.</p> <p>Este bateado es indisoluble de la calidad y de la durabilidad de la geometría de la vía.</p> <p>Se realiza con ayuda de una multicalzadora o manualmente con una bateadora o con un grupo de bateado mecánico tipo "Jackson" para las intervenciones urgentes.</p> <p>El trabajo de bateado mecánico manual es necesario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ durante el tendido de la nueva vía; ▪ durante todos los trabajos de modificación del trazo en perfil y en plano (ripados importantes superiores a 100 mm); ▪ durante los trabajos que requieren la modificación del espaciamiento entre durmientes; ▪ durante los trabajos que afectan la homogeneidad de la caja; ▪ durante las correcciones de nivelación (corrección del trazo en perfil, de alabeo, de baile). <p>Se aplica a las zonas de vía general, a los aparatos de vía y a los aparatos de dilatación, cuando la longitud que se debe batear no justifica la programación de un bateado mecánico pesado o si la intervención es urgente.</p> <p>La nivelación por bateado siempre prosigue con una alineación de la zona y de un ajuste del balasto destinado a restablecer los perfiles.</p>	
<p>2 HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupo de bateado mecánico tipo "Jackson" ▪ Calzador de balasto ▪ Flexómetros ▪ Pinza para reparar o con gato ripador ▪ Regla de peralte ▪ Metro doble ▪ Bieldos ▪ Visor y mira 	

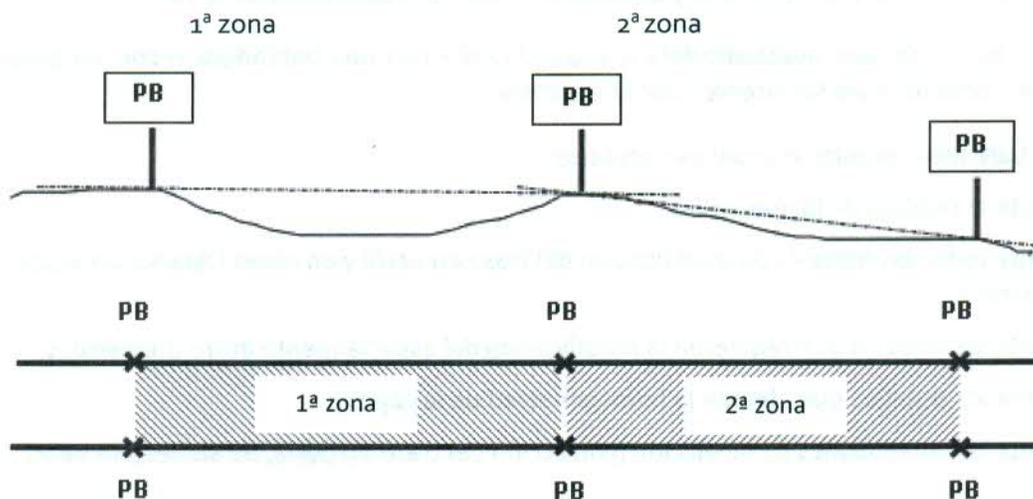
- Regla de peralte
- 3 a 4 grupos de dos gatos

3 PRINCIPIOS DE AJUSTE DE LA VÍA

3.1 Nivelación

3.1.1 Principio de nivelación

La nivelación se efectúa levantando la vía entre dos puntos altos, situados sobre durmientes correctamente calzados y que se toman como punto de referencia o "puntos buenos" (PB) en las dos filas.



La nivelación se obtiene levantando la vía al nivel deseado y rellenando los huecos creados por debajo de los durmientes, por medio de bateado.

Este trabajo sólo puede efectuarse levante de la vía, excluyendo cualquier descenso.

Los puntos buenos se deben seleccionar de manera a que no subsista ningún punto alto entre ellos.

3.1.2 Métodos de nivelación

Se distinguen tres tipos de nivelación:

- **Nivelación continua**, para cuando la geometría de la vía está muy deteriorada.

Este tipo de nivelación exige aplicar un levante sistemático a los puntos altos (así como al resto de la vía). El valor de este levante se selecciona de acuerdo con el hundimiento esperado de la vía que, en general, depende del tipo de durmiente, o sea entre 5 mm y 10 mm en el caso de un bateado mecánico manual.

P
PS

- La nivelación sin levante en los puntos altos, que permite restablecer la capa de soporte de la vía de manera satisfactoria cuando el deterioro de la geometría no exige una nivelación continua.

- La nivelación de las juntas, que se practica cuando el deterioro de la nivelación se limita a los durmientes de juntas

3.1.3 Repetición de la nivelación, durante el servicio de pasajeros, cuando es urgente.

Después de haber localizado con precisión la zona de falla que se haya señalado, es conveniente proceder como sigue:

- Elevar el peralte en la zona defectuosa, así como a lo largo de 20 metros por ambos lados.
- De haber baile, colocar flexómetros para determinar su valor.



- Después del paso de un tren, registrar el baile y calcular el alabeo corto y largo, en la ficha.
- Después del cálculo, si el alabeo rebasa el valor límite, efectuar una nivelación provisional mediante bateado para ajustar los valores a las normas aceptables. De no haber alabeo, apretar para suprimir el baile.
- Después del bateado hacer un registro del peralte y calcular el alabeo para confirmar que ya no haya valores fuera de norma.

3.2 Alineación

3.2.1 Principio de alineación

La alineación consiste en establecer:

- en recta, una fila de riel o el eje de la vía rectilínea;
- en plena curva, flechas regulares,
- en transiciones de peralte, una variación regular de las flechas.

3.2.2 Métodos de alineación

La evaluación de las correcciones se determina;

- en recta, tomando en cuenta una fila de riel (método de la mira y visor), tomando en cuenta el eje de la vía (método de la regla óptica), por medición de la distancia de una fila de riel en relación con una cuerda;
- en curva, por registro de flechas con cuerda (mismo método que en recta).

Los ripados, determinados después de un estudio de alineación de flechas, de ser necesario, se realizan con pinzas de ripar o con gato ripador. Deben limitarse con el fin de respetar el espacio del gálibo y conservar las tolerancias.

3.3 Límites y tolerancias

3.3.1 NIVELACIÓN. Valores por verificar

Para asegurar un bateado eficaz, la altura de levante "h" jamás debe **rebasar: 50 mm**

Para los levantes manuales, incluyendo entre 30 mm y 50 mm, prever un control de alabeo dentro de las 24 horas siguientes a la operación.

El valor de levante puede limitarse a un valor menor, sobre todo en el caso de las intervenciones en los LRS que imponen un levante máximo de 40 mm.

Por otra parte, la posición final de la vía debe cumplir con la altura mínima de la catenaria que es de 4.61 metros.

3.3.2 Alineación. Valores por verificar

Los ripados se limitan a 100 mm, por pase de 50 mm como máximo.

El valor del ripado puede limitarse a un valor menor, sobre todo en el caso de las intervenciones en los LRS que imponen un ripado máximo de 40 mm.

Pocas veces se alcanzan estos valores límites en mantenimiento porque se debe tomar en cuenta el descentramiento de la catenaria (± 0.20 m en el poste y ± 0.15 m en medio del tramo).

4 EJECUCIÓN DE LA NIVELACIÓN

Antes de emprender la nivelación por bateado, se deben realizar las siguientes obras de resultar necesarias:

- - revisión del equipo de vía y apriete de las fijaciones,
- - corrección de los defectos de alineación superiores a los 20 mm,
- - nivelación de los puntos singulares: pasos por debajo de lonas, tendido sobre cárcamos o sobre puente metálico, aparatos de vía, etc...
- - abastecimiento de balasto según los valores de levante

4.1 Determinación de los puntos buenos - vista

4.1.1 Método

a) Rectas, plenas curvas, transición de peralte:

Después de buscar los puntos altos por simple vista fila por fila, estos puntos altos se transforman en "puntos buenos" (PB) cuando la rectificación de peralte no conduce a elevarlos y que los durmientes quedan correctamente calzados.

Cuando la diferencia de levante entre dos filas de riel es importante, la arista inferior de las cabezas de durmientes de la fila menos elevada puede quedar apoyada sobre el balasto. Se debe verificar que el valor de levante tenga en cuenta este efecto, obteniéndose el peralte buscado.

Los PB deben espaciarse cerca de 10 a 20 metros. Los puntos buenos intermedios, llamados "superabundantes", se eliminan si su eliminación no causa levantes superiores al valor de levante máximo autorizado.

b) Doucines:

Con el fin de evitar los cambios bruscos de pendiente del riel, se colocan doucines al inicio y al final de los enlaces parabólicos (TC y CC).

Se deben crear puntos buenos en los doucines con el fin de conservar la curvatura del trazo en perfil y sobre todo, la variación progresiva del peralte.

Después de identificar los doucines, se efectúa la búsqueda de los puntos buenos como se hizo anteriormente.

c) Enlace de perfil:

Se deben crear PB intermedios con el fin de respetar el trazo en perfil del enlace.

Si la geometría de enlace está deteriorada, se debe hacer un estudio basado en el método de los tres puntos.

Deberá tomar en cuenta la recuperación del peralte para evitar cualquier descenso de la vía.

4.2 Levante de la vía

4.2.1 Método

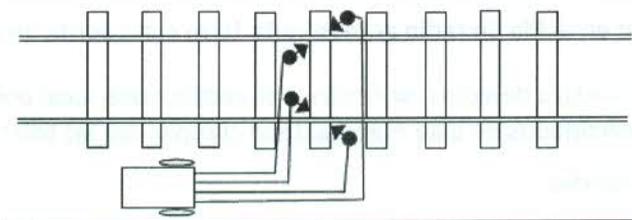
- Desguarnecido de los sitios para los gatos cada 6 cámaras.
- Nivelación de la vía entre 2 PB consecutivos, partiendo obligatoriamente de un PB sin levante (PB 0).

4.3 Bateado

4.3.1 Método

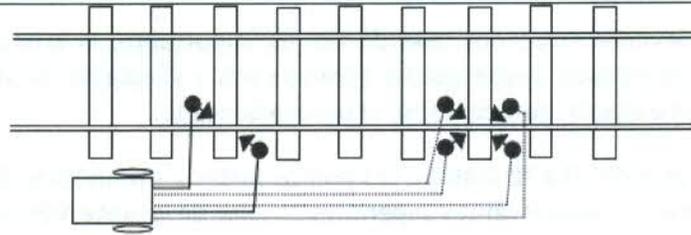
El bateado de una zona se efectúa tan pronto como se termina el levante con gatos.

Por regla general, se destinan 2 bateadoras para cada fila de riel en nivelación continua o en repetición, y en ocasiones 4 bateadoras en la misma cabeza de durmiente en repetición de nivelación.



Disposición de los calzadores en nivelación continua

8 95



Disposición de los calzadores en repetición de nivelación

4.4 Rampas de enlace.

En nivelación continua con levante sistemático, al final de cada puesto de trabajo, se establece **una rampa de enlace de 1 milímetro por durmiente** entre la zona nivelada y la zona no nivelada y se vuelve a colocar el balasto al perfil.

Esta última operación se efectúa con precaución en las vías aéreas en LRS durante el período de calor, cuidando de topar bien las cabezas de los durmientes para evitar cualquier movimiento empredicho durante el día.

5 EJECUCIÓN DE LA ALINEACIÓN

5.1 Determinación de los ripados en recta

5.1.1 Determinación de los puntos buenos

Los puntos obligados, como los extremos de tendido en concreto, curva rectificadora, etc., se toman como puntos buenos.

Se escogen puntos buenos complementarios en una misma fila cada 25 a 50 metros.

La cota de entrevía en esos puntos buenos se puede rectificar antes de la alineación de los puntos intermedios.

5.2 Evaluación de los ripados

En recta, la evaluación de las correcciones se determina:

- Ya sea por visión en el eje de la vía (método de regla óptica),
- Ya sea por medición de la distancia de una fila de riel en relación con una cuerda (métodos de cuerda o de alineación medida).

5.3 Determinación de ripados en curva

En curva, las flechas se elevan en la fila de radio grande cada 10 m con cuerda de 20 m.

Si el diagrama de las flechas muestra defectos, se realiza una rectificación local por método de los tres puntos. La aplicación de los ripados determinados de esta manera debe cumplir con las tolerancias en las cotas.

5.4 Ejecución de los ripados

Los ripados pueden efectuarse con pinzas para ripar, o por gatos dotados de patines ripadores (estos últimos utilizados sobre todo para el ripado de curvas).

5.4.1 Método

En ambos casos, el método consiste en ripar la vía para llevarla a su posición (eje de mira para los métodos "mira y visor" y "regla óptica", flechas medidas para los métodos "con cuerda").

Es conveniente exagerar el ripado, creando una ligera contra flecha, porque la vía tiene tendencia a volver a su posición inicial con el paso de los primeros trenes. El valor de esta contra flecha depende de la importancia del defecto y de la resistencia que ofrece la vía al ripado. La experiencia permite rápidamente determinar este "forzamiento".

5.4.2 Alineación con pinza:

- Aflojar las bridas de ser preciso y quitar los tirafondos.
- Revolver el balasto en las cabezas de los durmientes en el sentido del ripado, de ser preciso.
- Ripar la vía (cerca de 5 ripadores juntos por punto a ripar).
- Asentar las cabezas de durmientes para corregir un posible levantamiento, controlando que la vía permanezca realmente en su posición lateral.
- Reposicionar las cabezas de durmientes y el balasto en perfil.
- Volver a apretar las bridas, de ser el caso.

5.4.3 Alineación con gatos:

- Aflojar las bridas de ser preciso y quitar los tirafondos.
- Determinar los sitios para los gatos. Para el ripado de un punto, se requiere:
 - gatos en la fila "de adelante" en el sentido del ripado, espaciados a cerca de unos 3 metros;
 - 1 gato en la fila "de atrás" en medio de dos otros, en el punto por ripar.

6 NIVELACIÓN DE UN APARATO DE VÍA /COMUNICACIÓN

La nivelación de una comunicación consiste en colocar las dos vías en el mismo plano a todo lo largo.

- Determinar los puntos buenos por lo menos a los 10 metros de la punta de cada aparato, aumentando los valores de levante de ser necesario, para anular los puntos altos en el aparato y en la vía adyacente.
- Nivelar sucesivamente cada aparato mediante bateado, como un desvío simple.
- Volver a colocar el balaste al perfil
- Verificar las cotas funcionales de los dos aparatos
- Verificar el estado de la madera

6.1 Alineación de un aparato de vía

Se debe realizar la alineación lo más pronto posible después de ejecutar la nivelación. La mayoría de las veces se trata de una verificación de la alineación, el peso del aparato y su rigidez por ser los garantes de su estabilidad. En cambio, son los principales obstáculos para el ripado de un aparato. Conviene aflojar ligeramente las bridas y las fijaciones, y apartar con pico el balasto de las cabezas de los durmientes del lado del ripado cuando éste es necesario.

6.1.1 Alineación de una comunicación

La alineación se basa en la vía directa, tomando como referencia la fila que alberga el corazón de cruce. También se puede aplicar el método de la regla óptica.

Después de la ejecución del ripado:

- apisonar las cabezas de durmientes,
- volver a colocar el balasto al perfil,
- ajustar las juntas, de ser el caso,
- apretar las bridas y fijaciones,
- eventualmente volver a ver la trocha para rectificar las otras filas,
- verificar las cotas funcionales del aparato:
 - ajuste de maniobra, carreras de las agujas y pestillos,
 - sustento y pegado de agujas,
 - cotas de protección de la aguja abierta et de la punta de corazón.

7 NIVELACIÓN / ALINEACIÓN DE LOS APARATOS DE DILATACIÓN

7.1 Nivelación de un AD

La nivelación de un AD de riel se realiza de la misma manera que el de un desvío, tomando los PB fuera del AD para batear una zona de 25 metros a ambos lados.

7.2 Alineación de un AD

Al igual que para los aparatos de vía, la mayor parte de las veces se trata de una verificación de alineación del AD. En efecto, la calidad de la alineación rara vez se ve afectada por trastornos de bateado, y sólo se repite en caso de absoluta necesidad.

La alineación se realiza en el eje de la vía con regla óptica (método recomendado) o en la fila del riel con cuerda. En este último caso, se debe tomar en cuenta la posible variación de trocha en la zona de las maderas centrales debido a la trocha de 1435 ± 1 mm que se impone.

El ripado se efectúa sin aflojar las fijaciones, con gatos o con pinzas de ripar.

Después del ripado, es conveniente:

- asegurar las cabezas de los durmientes y reconstituir el perfil reforzado del balasto con un guarnecido limitado de dos cajas alrededor de las maderas centrales unidas por ataduras:
- verificar las cotas funcionales de AD
 - cotas "A" y "D",
 - cota "1000",
 - escuadrado de las agujas.

El rebasar los umbrales de tolerancia en una de esas cotas dará lugar a la programación de ajuste del AD.

8 CONTROLES

Al final de la obra, el control será:

- de los peraltes y de los alabeos,
- el perfil del balasto en las vías en barras normales y en LRS, en particular en período de calor,
- el personal del equipo de catenaria identificará la posición relativa de la vía con respecto a la catenaria en el marco de un bateado manual con ripado o con levante superior a los 40 mm.

Además, para todas las obras que tengan un efecto de desconsolidación de la capa de soporte de la vía, se observará el paso de los primeros trenes de pasajeros.

PS

Bateado pesado de vías y aparatos	Ficha método IV.2
--	------------------------------

1. GENERALIDADES

El bateado mecánico pesado se usa para restablecer la geometría y la estabilidad de las vías sobre balasto. Se efectúa sobre una nueva vía o al término de obras de RVB después de enclavijado o mantenimiento en una vía antigua cuyo balasto presenta cualidades suficientes para ser bateado (forma, granulometría, limpieza). No se puede realizar en vías equipadas con almohadillas bajo durmientes sin que se desmonten.

Este trabajo se reserva a las zonas de vía que responden a ciertas condiciones:

- longitud de vía por tratar suficiente para justificar financieramente el enviar un convoy (del orden de varios cientos de metros);
- zona de vía por tratar que presente un espesor de balasto suficiente debajo de los durmientes;
- gálibo de la zona de vía por tratar que permita la elevación suficiente para obtener un buen bateado;

En caso contrario, se debe recurrir al bateado mecánico manual.

Para las vías equipadas con LRS, el bateado mecánico pesado es un trabajo de segunda categoría, sujeto a condiciones de temperatura y de tiempos de estabilización después de la intervención.

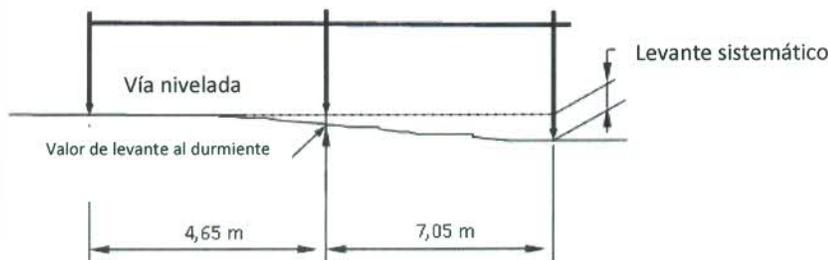
Las bateadoras mecánicas pesadas son máquinas ferroviarias automotores que realizan la nivelación y la alineación de la vía y de los aparatos. Trabajan elevando la vía, corrigiendo las flechas y apretando el balasto debajo de cada durmiente por medio de calzadores vibradores ajustados según el espesor del durmiente.

Una multicalzadora se usa en obras de Renovación Vía Balasto o de renovación de aparatos.

En la línea 12 se usa un solo tipo de máquina. Esta máquina está equipada con un sistema de nivelación y de alineación por cuerdas que funciona sobre una base de 11.70 metros. Trabaja con base relativa cuando la vía no está muy deteriorada (bateado de mantenimiento), en los otros casos se debe trabajar con base absoluta.

El trabajo con base relativa, o en automático, no suprime los defectos, simplemente disminuye su amplitud.

Para el trabajo con base absoluta, los valores de levante y de ripado aparecen en cabina y la vía se coloca en su lugar teórico.



p
PS

2. HERRAMIENTAS:

- multicalzadora
- grupo de bateado manual
- biello,
- visor y mira,
- regla de peralte,
- gatos

3. OPERACIONES PREVIAS

- Verificar previamente el apriete de las fijaciones y los ensamblados mecánicos.
- Verificar el equipo pequeño de fijación y de las juntas que podría tener graves daños por el bateado en caso de no estar bien apretado.
- Se debe prever un complemento de balasto al inicio de las obras cuando la cantidad en la vía no es suficiente para hacer las elevaciones previstas.
- Se retiran previamente los obstáculos puntuales (pedales, balisas, estribos, etc.).
- En función de su cota de ajuste, el contra-riel de seguridad se quita eventualmente.
- Los demás obstáculos se identifican para evitarse por levante de los calzadores orientables.

4. LÍMITES Y TOLERANCIAS DE RECEPCIÓN EN MANTENIMIENTO**4.1 Límites****4.1.1 Caso de las vías en LRS**

En LRS la vía no debe elevarse más de 40 mm y la alineación no puede corregirse más de 50 mm por pasada de 25 mm. En caso de incumplimiento de estos valores, habrá que programar una liberación del LRS.

Verificar el cumplimiento de los siguientes valores durante el tendido:

a) Posición de la catenaria

Medidas de altura

Cotas de descentramiento

b) Cotas del andén

Altura

Banqueta

c) Alabeos

Alabeo corto con base en 3 metros

Alabeo largo o variación de peralte con base en 18 metros

d) Criterios de comodidad

Peralte nominal

Tolerancia de la variación de peralte nominal

Nivelación longitudinal absoluto (Posición vertical)

Nivelación transversal absoluta (alineación)

Rampas de enlace en las obras de nivelación en curso

5. MÉTODO

Se efectúa una lectura de las cotas antes de las obras con el fin de determinar los valores de elevación y de ripado. Los puntos de referencia de las curvas y de los cambios de pendiente se materializan (TC, CC, PCV, PTV, peralte).

Asimismo, el personal de catenaria debe registrar el posicionamiento de la línea aérea de contacto (LAC) (altura y descentramiento), antes de las obras. De manera general, realizar todas las lecturas y marcados que se consideren necesarios para la materialización de la situación antes del bateado o a la realización de éste.

En esta ocasión, se debe examinar visualmente el estado grasoso del riel. En caso de presencia de una capa de grasa de espesor apreciable, placas o acumulaciones de grasa, será preciso efectuar un desengrase manual o por lavado a alta presión antes de realizar los trabajos de bateado.

5.1 Vía general

El bateado de mantenimiento en general se realiza con base relativa con levante sistemático (generalmente 10 mm)

- Programación de los parámetros de la geometría de la vía en nivelación y alineación y de puntos obligados (altura de la catenaria, andenes, colocaciones en la obra, etc.)
- Verificación visual del centrado del grupo de bateado en cada durmiente
- Bateado con base relativa. De acuerdo con el valor de levante, se sumergirá una vez o más el grupo de bateado para asegurar el descenso del balasto bajo la cabeza de los durmientes y el compactado adecuado del molde.

5.2 Aparatos de vía

El trabajo de levante se realiza con base absoluta para evitar cualquier falla de lo plano.

- Visión óptica con visor y mira,
- Marcado de las elevaciones en las cabezas de durmientes,
- Bateado en base absoluta.

6. TERMINADOS

El equipo de suelo procede a los trabajos de terminado:

- El bateado manual, con un grupo de bateado, de los durmientes VCC y de las zonas inaccesibles para los calzadores de la máquina,
- El emparejamiento y el reperfilado del balasto después del bateado,
- La retirada del balasto en todos los órganos de vía móviles (agujas, maniobras, etc.),
- La verificación y la recolocación de las conexiones riel-riel.

7. VERIFICACIÓN

7.1 Verificación por máquina

La verificación hecha en tiempo real por la máquina permite al operador vigilar el conforme avanzan los trabajos el resultado de las labores efectuadas:

- nivelación longitudinal de cada fila,
- peralte,
- alabeo,
- tomada de flechas sobre una base de 10 metros.

7.2 Verificación de la alineación (ripado de la vía)

Durante la alineación, el técnico estima visualmente la calidad del trazo y vigila de manera continua en curva y discontinua en recta el aspecto de las gráficas registradas. Éstas deben permanecer dentro de un corredor de un ancho de ± 5 mm (Valor promedio en arista, véase norma NF EN 13231-1).

En caso de duda acerca de los registros de las flechas, usar una cuerda de 20 m para verificar las flechas cada 10 m en la zona involucrada.

7.3 Verificación del bateado (levantado de vías)

Durante el bateado, el técnico o la persona designada, estima visualmente la calidad de la nivelación y vigila de manera continua en curva y discontinua en recta el aspecto de las gráficas registradas y el cumplimiento de los límites, que deben quedar dentro de un corredor de anchura \pm de 6 mm (Valor promedio en la arista, véase norma NF EN 13231-1).

En caso de rebasar los límites, el técnico decide la repetición inmediata o diferida de los trabajos en la zona involucrada, cumpliendo con las instrucciones relativas a la seguridad ferroviaria.

En caso de duda acerca de los registros y ausencia de técnico, el peralte se mide en la zona involucrada cada 3 m y se calculan los alabeos cortos y largos.

7.4 Verificación relativa del gálibo

En las curvas $R < 400$ m, quienes hacen el tendido verifican la cota de entrevía.

7.5 Verificación de la posición relativa vía/ catenaria

Antes del paso de la bateadora, el personal de catenaria procede a medir el descentramiento vía/ catenaria en cada soporte de catenaria y entre cada soporte (medio del tramo).

Después del bateado, se vuelve a hacer la lectura de las cotas para las catenarias.

De no respetarse los valores límites, el responsable de las obras de la vía debe informar inmediatamente, por medio del PCC, a mantenimiento de catenarias, por ser el único con competencia para tomar las disposiciones necesarias:

- para autorizar la circulación en ciertas condiciones,
- o para intervenir en el cable de contacto y sus soportes,
- o prohibir la circulación.

7.6 Cotas fuera de tolerancia

Las cotas fuera de tolerancia deben volverse a ajustar antes de que se vaya la máquina.

8. LIBERACIÓN DEL GÁLIBO

En los túneles con balasto sujetos a restricciones de circulación, se debe cuidar particularmente la liberación del gálibo.

En caso de ripado importante, se deben tomar todas las disposiciones para no subsista reducción alguna de la entrevía cuando se reanude el servicio de pasajeros.

8.1 Perfil del balasto

En las zonas de vías aéreas equipadas con rieles largos soldados, en período de calor, se debe restablecer imperativamente el perfil reforzado del balasto al final de la obra.

8.2 Continuidad eléctrica

Las conexiones eléctricas soldadas riel-riel deben verificarse para asegurarse que están presentes a todo lo largo de la zona de trabajo de la multicalzadora.

8.3 Estado grasoso del riel

Al final de cada turno de labores, verificar que no haya grasa en la superficie de rodadura del riel. En caso de presencia de grasa en la superficie de rodadura del riel, aplicar las disposiciones señaladas en el manual.