



Ferrocarril Metropolità
de Barcelona, S.A.

**NORMA TÉCNICA
DE VÍA**

Código

TMB-NV-1-001

Título

Mantenimiento de plena vía.

Observaciones

Antecedentes

Versión: Diciembre 2012

Fecha de aprobación

DD/MM/AAAA

Anula y sustituye a (versiones de la misma norma o normas a las que sustituye)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. EXPOSICIÓN GENERAL	5
1.2. OBJETO DE LA NORMA	5
1.3. CAMPO DE APLICACIÓN	5
2. SISTEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO	6
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES	6
2.2. INSPECCIONES DE VÍA	7
2.2.1. RECORRIDOS DE VIGILANCIA	7
2.2.2. AUSCULTACIONES	8
2.3. TAREAS DE CONSERVACIÓN	8
2.4. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	9
3. INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES.....	11
3.1. INSPECCIÓN DE VIGILANCIA A PIE.....	11
3.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	11
3.1.2. ASPECTOS A INSPECCIONAR	12
3.1.3. FRECUENCIA Y MEDIOS.....	14
3.1.4. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR	15
3.2. INSPECCIÓN DE VIGILANCIA EN CABINA.....	15
3.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	15
3.2.2. FRECUENCIA Y MEDIOS.....	16
3.3. AUSCULTACIÓN GEOMÉTRICA	16
3.3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	16
3.3.2. MEDICIONES MANUALES	17
3.3.2.1. MEDICIÓN CON CARRO AUSCULTADOR DE GEOMETRÍA DE VÍA TIPO KRAB.....	18
3.3.3. MEDICIONES CON COCHE AUSCULTADOR.	19
3.4. AUSCULTACIÓN DINÁMICA	19
3.4.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	19
3.5. AUSCULTACIÓN DE DESGASTE ONDULATORIO	20
3.6. AUSCULTACIÓN DE DESGASTE DEL PERFIL DE CARRIL	22
3.7. AUSCULTACIÓN DE CARRIL POR ULTRASONIDOS	22
3.7.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	22
3.7.2. MEDICIÓN CON CARRO MANUAL MULTIPLEXOR	23
3.8. TERMOGRAFÍAS DE CARRIL EN SERVICIO.....	23
4. FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES.....	23
5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA VÍA.....	24
5.1. VALORES NORMALIZADOS	25
5.2. ÍNDICES DE CALIDAD.....	26
5.3. ANÁLISIS I: IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS PUNTUALES DE TRATAMIENTO URGENTE.....	27
5.4. ANÁLISIS II: CALIDAD DE VÍA COMO CAMINO DE RODADURA	29

5.5.	ANÁLISIS III: SUPERFICIE DE RODADURA Y CONJUNTO TRAVIESA - SUJECIÓN	32
5.5.1.	ANÁLISIS III-A	33
5.5.2.	ANÁLISIS III-B	34
6.	TOLERANCIAS	36
6.1.	CRITERIO GENERAL.....	36
6.2.	CLASIFICACIÓN PROVISIONAL DE DEFECTOS	38
6.3.	AUSCULTACIÓN GEOMÉTRICA	39
6.4.	VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES APLICABLES AL ANÁLISIS II.....	40
6.5.	AUSCULTACIÓN DINÁMICA.....	40
6.6.	AUSCULTACIÓN DE DESGASTE ONDULATORIO Y SOLDADURAS	41
6.7.	TOLERANCIAS DEL SISTEMA ACELEROMÉTRICO	42
6.8.	AUSCULTACIÓN DE DESGASTE DE CARRIL	42
6.9.	AUSCULTACIÓN POR ULTRASONIDOS:	43
7.	ATENUACIÓN DE VIBRACIONES	45
8.	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO EN VÍA GENERAL	47
8.1.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	47
8.2.	RENOVACIÓN DE PEQUEÑO MATERIAL.....	48
8.3.	RENOVACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE APOYOS DETERIORADOS O INUTILIZADOS	48
8.3.1.	RENOVACIÓN DE TRAVIESAS	48
8.3.2.	SUSTITUCIÓN DE APOYOS EN LOSA DE HORMIGÓN	49
8.4.	RENOVACIÓN DE BALASTO.....	49
8.5.	PERFILADO DE LA BANQUETA DE BALASTO.....	49
8.6.	CONSERVACIÓN DE TRAMOS EN PLACA DE HORMIGÓN	50
8.7.	APRIETE GENERAL DE TORNILLOS.....	50
8.8.	ENGRASE / LIMPIEZA.....	51
8.9.	SOLDADURAS.....	51
8.10.	REVISIÓN DE JUNTAS AISLANTES	51
8.11.	MANTENIMIENTO DE ZONAS ADYACENTES	51
8.12.	PREVISIÓN DE MATERIALES, TRANSPORTE, ACOPIO.....	51
8.13.	DESCARGA Y ACOPIO DE LOS MATERIALES PREVISTOS	52
9.	NORMATIVA DE REFERENCIA.....	52
10.	ANEJO I - FICHAS DE INSPECCIÓN.....	53
10.1.	SONDEO DE PAR DE APRIETE (EJEMPLO DE PLANTILLA).....	53
10.2.	INFORME DE SOLDADURAS ALUMINOTÉRMICAS.....	55
10.3.	PARTE DE ROTURA DE CARRIL.....	58
10.4.	PARTE DE REPARACIÓN DE FILTRACIONES Y CUNETAS EN TÚNELES	60
10.5.	PARTE DIARIO DE LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN REALIZADOS POR LA EMPRESA	62
10.6.	PARTE DE BATEADORA PLASSER	64
10.7.	PARTE TRABAJOS DE AMOLADO.....	66
10.8.	PARTE DE GUARDAVÍAS.....	69
10.9.	INSTRUCCIONES PARA LOS GUARDAVÍAS	71

10.10. REVISIONES DE CELADOR DE VÍA Y CATENARIA.....73

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Exposición general

La infraestructura ferroviaria se deteriora y sufre deformaciones durante el servicio que presta; su estado debe vigilarse mediante un mantenimiento adecuado que impida que se lleguen a alcanzar defectos fuera de tolerancia y comprometer la seguridad. Esta norma centra la atención en la inspección y conservación de los tramos de plena vía.

Por otro lado el mantenimiento de la vía en una red de Metro en general es más complicado que en el de una red en superficie debido a los siguientes factores:

- un alto porcentaje de las instalaciones en túnel
- la dificultad de introducir maquinaria
- unos trazados complejos y un elevado tráfico en ciertas líneas
- la presencia de filtraciones de agua y otros factores externos

1.2. Objeto de la norma

La presente Norma Técnica de Vía tiene como finalidad exponer los criterios que han de servir como base para ejercer los trabajos de mantenimiento de todos los tramos de plena vía presentes en la red de Metro gestionada por TMB.

Se definirán la metodología de trabajo, las tareas a realizar, las frecuencias de las inspecciones, los parámetros y tolerancias a verificar en las inspecciones que se realicen.

1.3. Campo de aplicación

Las disposiciones de este documento son de aplicación en todos los tramos de plena vía pertenecientes a la red de metro de TMB. Se incluyen los dos tipos de anchos empleados: el ancho 1674 mm, presente en la Línea 1, y el ancho internacional, 1435 mm, de aplicación en el resto de líneas. No entra dentro del ámbito de aplicación el mantenimiento de los aparatos de vía (referido en la norma TMB-NV-3-001) ni el mantenimiento de engrasadores.

2. SISTEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO

2.1. Consideraciones generales

El cuidado de los elementos de la vía responde a las exigencias impuestas por la seguridad en la circulación y por el confort del viajero.

Tradicionalmente, en la infraestructura ferroviaria se aplicaba un mantenimiento consistente en revisar periódicamente todos y cada uno de los elementos de la vía y en actuar sobre ellos a intervalos de tiempo determinados con el fin de recuperar su estado inicial. A su vez se llevaban a efecto todas las actuaciones urgentes y correcciones parciales que aparecieran en la vía. Esta metodología era poco efectiva ya que los distintos elementos necesitaban de ciclos de puesta a punto con frecuencias diferentes. Sin embargo, la tecnología moderna desarrollada en la infraestructura ferroviaria ha hecho que la metodología del mantenimiento aplicado haya evolucionado en paralelo y, consecuentemente, también se han introducido mejoras técnicas y nuevas filosofías de mantenimiento. Esto posibilita que en la actualidad se pueda definir una programación precisa de las tareas a realizar para obtener un resultado más eficaz. Esta metodología se denomina 'mantenimiento según condición'.

Las técnicas modernas de mantenimiento de una línea ferroviaria se basan en un conocimiento detallado del estado de la vía a través de las inspecciones para programar correctamente las actuaciones de conservación a llevar a cabo. Por tanto, un mantenimiento según condición consta de dos fases interconectadas: las inspecciones de la vía y las tareas de conservación. Este planteamiento se plasma de manera simplificada en el siguiente esquema:

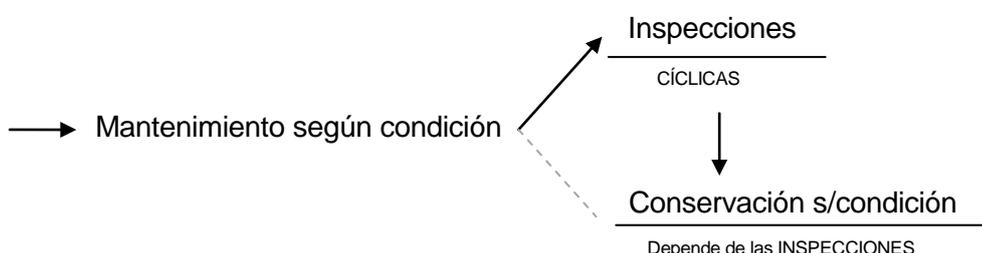


Figura I. Mantenimiento según condición.

Esta estrategia se basa en los siguientes conceptos:

- Reforzar la prevención de defectos en la vía
- Planificar correctamente las medidas incisivas a tomar
- Llevar un control consecuente de las actuaciones
- Planificar correctamente las inversiones en maquinaria
- Planificar con antelación el aprovisionamiento y acopio de repuestos y material de adicción
- Alargar la vida útil de los elementos
- Asignar los medios necesarios en función del deterioro de cada línea en concreto
- Asegurar la formación y capacitación adecuada y suficiente del personal
- Aplicar rigurosamente las normativas de seguridad

2.2. Inspecciones de vía

Las inspecciones de vía tienen un carácter cíclico y sus frecuencias de ejecución se programan de modo que sean adecuadas a la velocidad de deterioro de los diferentes conceptos que se deben cuidar. Dicho deterioro de los elementos de la vía depende de sus condicionamientos geométricos, de la antigüedad del material y de la carga de tráfico que soporta (velocidad del material móvil circulante, frecuencia de operación, carga por eje, etc.)

La información obtenida de dichas inspecciones permite configurar una buena base de datos con el estado de todos los parámetros de la vía y con los defectos e incidencias encontrados. Esta información es la base para determinar las actuaciones de conservación necesarias.

Las inspecciones a realizar, aunque son de distintas naturalezas, resultan complementarias. Dentro de estas se pueden distinguir dos grandes grupos como son los recorridos de vigilancia por un lado, y las auscultaciones por otro.

2.2.1. Recorridos de vigilancia

Los recorridos de vigilancia se refieren a inspecciones visuales que buscan detectar defectos o incidencias específicas que los otros tipos de inspecciones podrían pasar por alto. Así, se realizarán:

- Recorridos a pie
- Recorridos en cabina
- Inspecciones puntuales

En estas inspecciones se prestará atención a defectos de carril, estado de los sistemas de sujeción, estado de las traviesas, presencia de filtraciones, obstrucción de drenajes, etc. En el punto 3 se definen todos los parámetros que se deben revisar.

2.2.2. Auscultaciones

Para configurar una buena base de información que permita determinar el estado general de la vía se deben realizar al menos las siguientes auscultaciones en toda la longitud de la línea:

- Auscultación geométrica
- Auscultación dinámica
- Auscultación de desgaste ondulatorio
- Auscultación de desgaste de carril
- Auscultación de carril por ultrasonidos
- Termografías de carril en servicio

En el punto 3 se definen las características particulares de cada una de ellas.

2.3. Tareas de conservación

Las tareas de conservación necesarias para el correcto cuidado de las infraestructuras ferroviarias se basan en la metodología denominada como *Mantenimiento Según Condición*. Se persigue mantener todos y cada uno de los distintos elementos de vía dentro de unas tolerancias establecidas; para ello no es necesario actuar sistemáticamente en los diferentes sistemas, sino solo en aquellos que se detecten fuera de tolerancia. Serán las inspecciones de vía realizadas periódicamente las que indiquen en qué puntos de la vía hay alguna incidencia y cuál es la intervención adecuada según su grado de importancia. Aquí también se incluyen las incidencias que aparecen de manera repetitiva cada cierto tiempo, tales como falta de lubricación de los materiales o suciedad en la vía.

Este criterio implica realizar una programación que coordine la realización de las acciones pertinentes.

La correcta planificación de las tareas de conservación requiere de un estudio en profundidad de los resultados obtenidos en las inspecciones (recorridos de vigilancia y auscultaciones) que evite un deterioro prematuro de las instalaciones o una eventual situación de peligro. Dicha planificación debe atender a los siguientes factores:

- Un conocimiento detallado y continuo de la vida útil en servicio de las instalaciones mediante vigilancia y el registro del estado de sus parámetros geométricos y el estado de sus elementos.
- Rapidez y decisión en la corrección de los defectos puntuales detectados cuando alcancen un grado de evolución que suponga un peligro para las circulaciones.
- Programación adecuada de la utilización de la maquinaria pesada de vía y un meticuloso registro de los defectos detectados y de su evolución en el tiempo.

Dado que esta norma de *Mantenimiento de plena vía* aplica a las tipologías de vía en balasto y vía en placa, se deben destacar las diferencias que supone el mantenimiento de una y otra infraestructura. En vía sobre balasto, el mantenimiento suele detectar materiales de vía defectuosos o deteriorados que deben ser sustituidos, y defectos de geometría de vía que pueden solucionarse con la maquinaria adecuada. Por su parte, la vía en placa ofrece poca variabilidad en la geometría de vía por lo que el mantenimiento se orienta hacia las labores de inspección del estado de los materiales y hacia la detección de perturbaciones en el confort de la marcha de los vehículos.

En el punto 8 de esta norma, *Operaciones de mantenimiento en vía*, se definen las características particulares de cada una de las tareas que se efectúan en el mantenimiento de la vía.

2.4. Planificación de los trabajos

Una vez realizados los trabajos de inspección se analizarán los resultados obtenidos en base a las tolerancias previamente establecidas. Dada la gran cantidad de información que se suele obtener en las inspecciones de vía (principalmente en las auscultaciones), se requiere de un análisis cuidadoso de todos los datos obtenidos para que la programación de las tareas de conservación sea eficaz y se obtenga el máximo aprovechamiento. De una manera más detallada, la estrategia a seguir incluye los siguientes pasos (Tabla I):

Tabla I. Esquema del proceso a seguir para programar el mantenimiento de la vía.

	OPERACIÓN	MEDIOS A UTILIZAR	RESULTADOS A OBTENER
INSPECCIÓN	Control del estado de la vía	<ul style="list-style-type: none"> – Prospección geométrica y control del estado de los materiales de vía – Prospección funcional 	<ul style="list-style-type: none"> – Detección de defectos
	Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> – Visita sobre el terreno a los puntos defectuosos 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificación de las causas
ANÁLISIS	Determinación de medidas correctivas	<ul style="list-style-type: none"> – Normas TMB – Procedimientos de inspección de TMB – Experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> – Determinación del tipo y urgencia de la intervención.
	Programación	<ul style="list-style-type: none"> – Coordinar los trabajos necesarios y priorizarlos de acuerdo con los medios disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> – Planificación de los intervalos de trabajo, de los medios materiales y humanos y de otras circunstancias presentes. – Programa de trabajos a realizar con los medios propios. – Programa de trabajos a realizar por contrata (incluyendo gastos de explotación o inversiones).

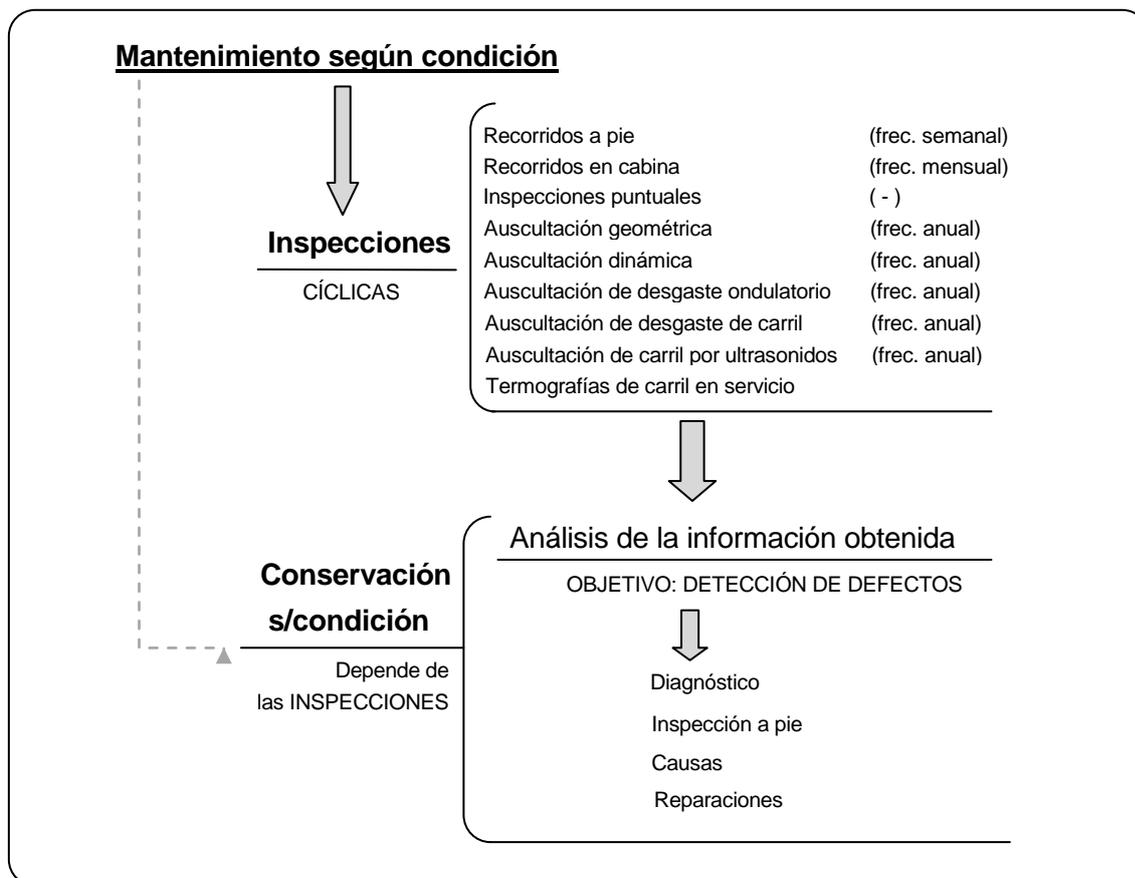


Figura II. Esquema de las fases que componen el mantenimiento según condición.

En caso que se observen parámetros fuera de tolerancia, pero sin superar los límites de seguridad, se evaluará la evolución de los mismos con respecto a anteriores visitas y si es preciso la realización de una visita sobre el terreno a los puntos defectuosos para poder planificar las tareas de conservación.

Si en la inspección se detecta algún parámetro fuera de los límites de seguridad, es preciso adoptar urgentemente medidas de precaución hasta su corrección.

En ocasiones, aún cuando todos los parámetros se encuentran dentro de tolerancia, la valoración en conjunto de todos ellos y sus variaciones aconseja una intervención. Una herramienta que ayuda a evaluar y planificar los trabajos son los índices de calidad; esta herramienta se desarrolla ampliamente en el apartado 5 de esta norma, *Evaluación de la calidad de la vía*.

Durante la ejecución de los trabajos de inspección o conservación, deben permanecer en el lugar de trabajo los planos y/o documentos necesarios para conocer sus parámetros geométricos.

3. INSPECCIONES Y AUSCULTACIONES

Este apartado considera los dos tipos de inspecciones de vía que se realizan: las inspecciones de vigilancia (a pie y en cabina) y las auscultaciones. Asimismo se definen sus características, los puntos clave a tener en cuenta, los informes necesarios, etc.

Las frecuencias de aplicación de las auscultaciones y de las inspecciones de vigilancia se detallan en cada uno de los siguientes apartados y de forma resumida en el apartado 4, *Frecuencia de las inspecciones*.

Los valores y las tolerancias que se deben aplicar en las diferentes actividades de mantenimiento se detallan en el apartado 6, *Tolerancias*.

En el *Anexo II. Instrucciones para los guardavías*, se sintetizan los aspectos a inspeccionar por los guardavías de TMB.

3.1. Inspección de vigilancia a pie

3.1.1. Consideraciones generales

La vigilancia de vía consiste en la realización de un recorrido a pie por vía principal y por vía secundaria para su inspección, en horario de fuera de servicio. Dicho recorrido es realizado por un

agente con la frecuencia establecida según el tipo de recorrido, pudiendo ser reforzado con otro agente, un Oficial o un Técnico.

De manera general, los agentes inspeccionarán visualmente las siguientes categorías:

- estado de los elementos que conforman la vía,
- defectos visibles en la geometría de vía,
- nivel de engrase del borde activo del carril (donde proceda),
- saneamiento de la plataforma, grado de suciedad de la vía, acometidas, canalizaciones y pozos de ventilación y/o bombeo,
- estado general los elementos de la infraestructura relacionados con la vía: losa de hormigón, cunetas, bóvedas en túnel, filtraciones en hastiales, pasos a nivel, puentes y tramos metálicos.

Se anota cada aspecto visado y su estado en una ficha preparada a tal efecto (ver modelo de ficha en *Anejo I*).

Además de observar los defectos, las inspecciones de vigilancia a pie ofrecen información complementaria a otros medios de inspección y auscultación.

En caso de urgencia, se comunicará de manera inmediata a un mando superior la necesidad de adopción de las medidas que correspondan.

3.1.2. Aspectos a inspeccionar

Serán inspeccionados todos los elementos cuyos defectos se pueden controlar visualmente en los recorridos. Se citan a continuación los principales aspectos a inspeccionar:

- **Inspección de la nivelación.** Se realizará de forma visual, observando la presencia de puntos altos o baches pronunciados que se puedan apreciar a simple vista.
- **Inspección de la alineación.** Se realiza visualmente de manera simultánea al anterior, comprobando los dos hilos de la vía con objeto de detectar deformaciones puntuales acusadas (garrotes, ensanchamiento o estrechamiento acusado de vía).
- **Inspección del estado de los carriles.** Se controlará visualmente el grado de deterioro general del carril en cabeza, alma y patín. En la cabeza del carril se debe prestar especial atención a los siguientes aspectos: desgaste lateral y vertical de la cabeza, desgaste ondulatorio, roturas, fisuras y defectos anómalos en la superficie tales como huellas de

patinaje, escamaduras o aplastamientos. En el alma se pueden detectar fisuras junto a taladros de embridado. En el patín se pueden detectar fisuras de pequeño tamaño que pueden iniciar una rotura de carril.

- **Inspección del estado de los sistemas de sujeción.** Se observará visualmente la presencia de todos sus elementos, la rotura o mala colocación de algún componente (vainas, clips, tirafondo...) y la correcta posición de la placa de asiento. Se controlarán marcas sobre el carril producidas por el desplazamiento de éste sobre las sujeciones, sinónimo de concentración de tensiones internas. Se anotarán en la ficha de inspección los detalles que se consideren relevantes: óxido, mala posición, clips rotos, torcidos, desplazados, etc. (ver modelo de ficha en *Anejo I*)
- **Estado de los apoyos (traviesas y bloques prefabricados).** Se controlarán visualmente posibles fisuraciones, grietas, roturas, falta de material y cualquier otra anomalía que se observe en las traviesas o bloques prefabricados, así como daños producidos por maquinaria de vía, degradación por filtraciones, espaciado o descuadre. En cuanto a la geometría y posición de los bloques prefabricados para losa de hormigón se debe prestar atención a los siguientes parámetros: dimensiones visibles del bloque, distancia entre bloques y posición relativa del bloque respecto al lado más largo de la losa de hormigón. Se prestará atención al correcto encaje del bloque y a holguras en la cazoleta. También es recomendable comprobar el comportamiento dinámico de los apoyos al paso del tren, sobre todo cuando se haya detectado alguna anomalía en la inspección, prestando atención a la deflexión de las traviesas y a la respuesta de las cazoletas elásticas.
- **Inspección del balasto.** Se comprobará de forma visual el estado de la banqueta de balasto, su correcto perfilado, la altura y anchura de la misma, falta de bateo, forma geométrica de las rocas (redondeo de aristas, rocas rotas) y contaminación (grado de suciedad, presencia de finos, presencia de hierbas). En zonas en curva se controlará la acumulación de balasto en el hilo bajo, señal de un defecto en nivelación.
- **Estado de la losa.** Se comprobarán visualmente en la losa de hormigón los siguientes aspectos: fisuras, levantamiento puntual o fragmentación de ésta, filtraciones de agua y depósito de residuos. En los sistemas de losa prefabricada, es necesario incidir en las características de las juntas y ensamblajes entre las losas y en el anclaje de las mismas a la base de hormigón, garantizando su inmovilidad.

- **Inspección de transiciones Balasto – Vía en placa.** Se comprueba visualmente el estado de la plataforma de vía en los extremos adyacentes a la transición, observando lo siguiente: variaciones bruscas de la nivelación, falta de balasto bajo traviesa, fisuras en extremo de la losa y separación entre traviesas y puntos de sujeción directa a losa. En cuanto a los materiales de vía, se observarán contaminación y deterioro del balasto, integridad de la losa, defectos de carril debidos a cambios bruscos en trazado o a defectos de nivelación, estado y funcionalidad de los contracarriles (si existen) y estado de las sujeciones.
- **Inspección de uniones soldadas y embridadas.** Se controlará visualmente la ubicación de la soldadura y defectos, fisuras o picaduras externos, anotándose la apreciación con el objetivo de realizar una inspección más detallada mediante métodos no destructivos (ej. ultrasonidos). En el caso de las uniones embridadas se revisará el estado de las bridas, la tornillería, las conexiones y los carriles (rotos, fisurados, superficie de rodadura hundida en extremos, defecto de taladros, de aislamiento, falta de unión brida-carril en JAE).
- **Inspección de la red de drenaje.** Con el objetivo de la evacuación de las filtraciones de agua se realice de forma correcta, se inspeccionarán visualmente los canales longitudinales y/o transversales, los colectores centrales, las arquetas, las rejillas de *Tramex*, las tapas de las arquetas y la necesidad de sellado en aquellas obras de fábrica que deban ser aisladas.

3.1.3. Frecuencia y medios

Todas las vías de la red deben revisarse regularmente una vez a la semana, con una tolerancia de una semana.

Para realizar las mediciones y las anotaciones correspondientes, durante el recorrido, los agentes que lo efectúen deben llevar:

- llave de tornillos
- flexómetro
- pintura indeleble tipo *Fixolit*, color amarillo y rojo.
- juego de galgas y calibre
- radioteléfono
- fichas dedicadas a la inspección a realizar.

- linterna o medio de alumbrado con potencia y autonomía suficiente.

3.1.4. Documentación a entregar

En cada recorrido de la vía se rellenará una ficha de inspección según los modelos que figuran en el *Anejo I* del presente documento, anotando el punto kilométrico, observaciones y detalles que se estimen convenientes. En el caso de que exista alguna anomalía se indicará su grado de prioridad (distinguir entre defectos de importancia especial como soldaduras o defectos de material base, actuaciones programadas o acciones urgentes).

Se pueden emplear los siguientes tipos de fichas:

- ficha de sondeos de par de apriete (*Anejo I*, ficha 1)
- ficha de Informe de soldaduras aluminotérmicas (*Anejo I*, ficha 2)
- ficha de parte de rotura de carril (*Anejo I*, ficha 3)
- ficha de parte de reparación de filtraciones y cunetas en túneles (*Anejo I*, ficha 4)
- ficha de parte diario de los trabajos de conservación realizados por la empresa (*Anejo I*, ficha 5)
- ficha de parte de la bateadora Plasser (*Anejo I*, ficha 6)
- ficha de parte trabajos de amolado (*Anejo I*, ficha 7)
- ficha de parte de guardavías (*Anejo I*, ficha 8)
- ficha de instrucciones para los guardavías (*Anejo I*, ficha 9)
- ficha de revisiones de celador de vía y catenaria (*Anejo I*, ficha 10)

Las fichas de inspección con las incidencias se deben notificar al técnico responsable para que se gestionen las correspondientes acciones derivadas de ellas. Se debe realizar un duplicado de dichas fichas destinadas al archivo de trazabilidad de incidencias de la dependencia correspondiente.

3.2. Inspección de vigilancia en cabina

3.2.1. Consideraciones generales

Como complemento a la vigilancia de vía a pie y con objeto de recabar información de la repercusión que originan los defectos de la vía (baches, golpes, bandazos) sobre el tren, es necesario realizar en cabina de tren un recorrido por ambas vías de cada una de las líneas. Se estudiarán las posibles perturbaciones verticales o laterales, la comodidad de la marcha, pudiendo

detectar defectos en la superficie del carril, defectos en las traviesas, falta de bateo en banqueta de balasto, defectos de alineación y nivelación, suciedad, materiales o escombros depositados en la vía, así como filtraciones de agua que afectan a la misma, etc.

Esta inspección tiene un carácter subjetivo ya que depende del criterio de apreciación del Agente encargado y de factores externos como el estado del vehículo, su rodadura o la velocidad de circulación. Por tanto, las conclusiones derivadas de esta inspección deben ser corroboradas con los datos que proporciona la auscultación dinámica.

Una vez finalizado el recorrido, el agente que realiza la inspección aglutina todas las anotaciones hechas durante el mismo según el grado de deterioro o, en su caso, comunicando a la cadena de mando correspondiente la necesidad de adoptar las medidas que correspondan.

En el caso particular de los aparatos de vía, la vigilancia en cabina de tren se efectuará con la finalidad de obtener la valoración de un Agente a su paso por el aparato de vía; de ser negativa, se procederá a la inspección del aparato a pie de vía.

3.2.2. Frecuencia y medios

Los recorridos en cabina se programarán para ser realizados por el Responsable de mantenimiento con una periodicidad mensual y una tolerancia temporal asumible.

3.3. Auscultación geométrica

3.3.1. Consideraciones generales

Es la primera de las auscultaciones a efectuar y se puede realizar mediante medios manuales con vía descargada (regla de anchos y peraltes, carro auscultador tipo Krab, etc.), o con la vía cargada (mediante vehículo auscultador).

Esta prospección debe ser el elemento fundamental para la toma de decisiones sobre el mantenimiento y sus prioridades. De ella se obtienen registros continuos que permiten localizar e identificar los defectos geométricos de la vía. Para facilitar esta labor se realizan diferentes tratamientos informáticos de análisis de los defectos detectados en los registros, bajo el punto de vista de unos criterios previamente establecidos.

De acuerdo con estos criterios se señalan aquellas zonas puntuales donde la importancia de los defectos aconseje su corrección rápida, así como el estado geométrico general de los diferentes tramos de la vía.

Con los datos obtenidos no siempre se consigue información sobre su causa ni sobre las medidas correctivas a adoptar para subsanarlos; para obtenerlas es necesario efectuar un examen sobre el terreno mediante inspecciones puntuales. No obstante, se debe señalar la prioridad de actuación recomendada con la que deben ser tratados los citados defectos marcando de forma separada:

- aquellas zonas puntuales que han de ser tratadas según la consideración de “urgente”.
- aquellas zonas, también puntuales, que deben ser tratadas a corto plazo.
- aquellas zonas que deben ser tratadas de forma programada.
- aquellas zonas puntuales donde, si bien no es necesario adoptar medidas de precaución, se debe vigilar la evolución del defecto durante la explotación del servicio.

En la auscultación geométrica se deben registrar los siguientes parámetros, de acuerdo con lo establecido en la normativa europea de referencia:

- ancho de vía
- alineación
- nivelación longitudinal
- alabeo
- peralte

La señal recibida durante la medición de cada parámetro debe ser filtrada adecuadamente para que su posterior interpretación sea lo más representativa posible del parámetro medido.

En las tablas V y VI, apartado 6 - *Tolerancias*, se establecen los valores y tolerancias a respetar tanto en inspecciones visuales como en auscultación geométrica de vía, contemplando la influencia que tiene medir sobre vía cargada o no cargada.

3.3.2. Mediciones manuales

Las inspecciones visuales se pueden complementar con sondeos de vía puntuales que se efectúan con diferentes instrumentos portátiles. Las mediciones manuales más comunes son las efectuadas con regla de anchos y peraltes, las realizadas por topografía (nivelación, alineación) y las realizadas mediante carrito auscultador de vía tipo Krab. Se incluye en este punto un apartado especial al uso del carro auscultador de geometría de vía.

3.3.2.1. Medición con carro auscultador de geometría de vía tipo Krab

La auscultación geométrica realizada con el carro manual de geometría de vía permite analizar y determinar el alcance de los defectos detectados en las vigilancias realizadas a pie o en cabina, así como verificar y/o contrastar el estado de la vía. El funcionamiento básico de este equipo auscultador se resume en los siguientes puntos:

- a) Comprobar la carga de la batería y la memoria de la caja de registro está libre o que cuenta con suficiente memoria (según se indica en el manual de instrucciones facilitado por el fabricante o suministrador).
- b) Realizar el encendido una vez que el carro se encuentra posicionado (montado) en la vía.
- c) Ejecutar la rutina de calibración: se efectúa una “autocomprobación” para asegurar la precisión de los resultados. Una vez estabilizado, se muestra en la pantalla la función “realizar prueba”; se pulsa sobre esta función y seguido se realiza una auscultación de prueba de al menos 200 metros.
- d) Una vez realizado el punto c), la pantalla muestra varias funciones de medición con la medición existente en ese punto.
- e) Definir la base de medición en todas las funciones, teniendo en cuenta:
 - La base de medición para el peralte viene ya definida en el programa (onda corta de 3 a 25 metros y onda larga de 25 metros a infinito).
 - La base de medición para el alabeo viene ya definida en el programa (3, 5 y 9 metros).
 - La base de medición para la nivelación longitudinal viene ya definida en el programa (onda corta de 3 a 25 metros).
 - La base de medición para la alineación viene ya definida en el programa (onda corta de 3 a 25 metros y flecha de 5 m).
- f) Una vez llegado a este punto, se obtiene el correspondiente registro de la siguiente manera:
 - Presionar tecla “ENTER” e introducir manualmente el punto kilométrico de inicio de la medición.
 - Una vez establecido el p.K. de inicio, presionar “ENTER” y se iniciará la grabación.
 - Para guardar la medición presionar la tecla “PARAR”.
- g) Descargar de los resultados grabados en un PC para el posterior análisis en oficina.

3.3.3. Mediciones con coche auscultador.

La auscultación geométrica con vía cargada, realizada por medio de este vehículo, se programa para ser realizada por una empresa externa a TMB.

Previo al inicio de cada viaje de auscultación, se deben rellenar los siguientes datos en el sistema de software:

- Fecha de realización
- Puntos de inicio y final del recorrido
- Vía recorrida en el trayecto de auscultación
- Orientación del coche durante el trayecto (trasera/delantero)
- Sentido del viaje (kilometración creciente/decreciente)

Durante el recorrido, se deben comprobar la correcta adquisición de datos y/o la presencia de defectos apreciables en la señal procesada por el sistema, a través de la interfaz o registro gráfico del software.

Al final del recorrido, se detiene la adquisición de datos y se comprueba la correcta generación del fichero informático o registro gráfico de recogida de datos. Si se producen incidencias, también deben quedar registradas.

3.4. Auscultación dinámica

3.4.1. Consideraciones generales

Se puede realizar mediante coche auscultador o directamente a bordo de trenes comerciales mediante la colocación estratégica de acelerómetros en diferentes partes del vehículo:

- en las cajas de grasa (dos acelerómetros verticales, uno por hilo)
- en el bogie (posiciones vertical y lateral)
- y en la caja del vehículo (en ejes X, Y, Z, para evaluación del confort).

Una alternativa a este procedimiento consiste en la medición con aparatos portátiles que cubren esta función (maletas dinámicas).

La auscultación dinámica tiene como finalidad detectar defectos puntuales de evolución rápida. Esta auscultación puede ser complementaria a la auscultación geométrica ya que los defectos detectados durante estos controles son de igual naturaleza que las zonas puntuales de corrección urgente localizadas en la auscultación geométrica.

Es exigible registrar al menos los siguientes parámetros:

- medida de las aceleraciones en el eje X (solo en la caja del vehículo)
- medida de las aceleraciones en el eje Y
- medida de las aceleraciones en el eje Z
- velocidad del vehículo
- ruido captado a través de micrófono

En la tabla VIII, apartado 6. *Tolerancias*, se establecen los intervalos de aceleraciones considerados en la auscultación dinámica, así como la calificación de las medidas registradas.

3.5. Auscultación de desgaste ondulatorio

El desgaste ondulatorio es un defecto que aparece en la superficie de rodadura del carril y que provoca una disminución del confort del usuario, ruido y vibraciones molestos, además de poder ser iniciador de otros defectos de carril más severos.

La auscultación de desgaste ondulatorio está destinada a determinar los defectos existentes en la cabeza de carril que pueden ser eliminados bien por amolado o por fresado de la superficie de rodadura. Principalmente se persigue detectar defectos de desgaste ondulatorio aparecidos en plena vía así como verificar la geometría de las soldaduras.

La auscultación de desgaste ondulatorio se realiza por medio de un vehículo auscultador equipado con un sistema de medición óptico que registrará el perfil del carril durante el recorrido e identificará los tramos donde aparecen señales de desgaste ondulatorio. Se registrarán las características de la onda (longitud y profundidad de la huella) y la longitud de la presencia de dicho defecto; con estos valores se clasificará el tipo de desgaste ondulatorio y se emitirán los informes correspondientes. Dado que la correcta categorización de defectos ondulatorios es complicada mediante medios automatizados, siempre es necesaria la interpretación adecuada de un técnico especializado que complemente los resultados ofrecidos por dicha auscultación.

Como alternativa al sistema de medición óptico, se han venido empleando también acelerómetros en las cajas de grasa para detectar los defectos de desgaste ondulatorio. En este caso se registran los niveles de aceleración que sufre el vagón al paso estas zonas y se comparan con unos patrones definidos.

A partir de la auscultación de desgaste ondulatorio se determinarán las zonas que sufren este fenómeno y se programará una prospección de la vía. Se comprobará la existencia y la magnitud de cada punto mediante inspección con la instrumentación adecuada (regla tipo RSA, perfilómetros, plantillas, etc.) y se registrarán las incidencias y valores más representativos. Posteriormente, esta información servirá para programar la actuación que se efectuará en cada caso.

Deben considerarse los siguientes parámetros:

- *Desgaste ondulatorio de onda corta.* Longitud de onda: 3 - 8 cm. Este tipo de desgaste se percibe acústicamente al paso del vehículo desde su temprana aparición. En su estado avanzado se distingue por huellas brillantes repetitivas y puede provocar la transformación martensítica del acero de carril.
- *Desgaste ondulatorio de onda media.* Longitud de onda: 8 – 30 cm. Suelen aparecer en el hilo bajo de curvas de radio reducido.
- *Desgaste ondulatorio de onda larga.* Longitud de onda: 0,6 – 2 m. La casuística de aparición de este defecto es difícil de predecir.

El control del desgaste ondulatorio de carril requiere considerar dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo supone adelantarse a la evolución del defecto antes de alcanzar un deterioro avanzado que resulte molesto para los viajeros y las edificaciones colindantes; de esta manera además se alarga la vida útil del carril y se minimizan los costes de mantenimiento. Este mantenimiento requiere establecer una programación periódica de inspecciones asociada a la evolución esperada del defecto y a las características de la red. Por su parte, el mantenimiento correctivo supone efectuar un amolado específico en una zona donde el grado de desgaste ondulatorio supere el máximo recomendado y pueda provocar la aparición de fisuras o defectos internos en el carril debido a la transformación estructural que sufre éste por el continuo impacto que recibe.

En las tablas IX y X, apartado 6 - *Tolerancias*, se especifican los grados de desgaste ondulatorio considerados y los valores de tolerancia a respetar.

3.6. Auscultación de desgaste del perfil de carril

Esta auscultación permite conocer el estado físico del carril. Se determina la idoneidad del perfil de la cabeza del carril en su interacción con la rueda del tren y la posible aparición de defectos debidos a un desgaste excesivo.

El sistema auscultador debe registrar los siguientes parámetros:

- desgaste vertical
- desgaste lateral (medido 14 mm por debajo del plano de rodadura)
- desgaste total (desgaste vertical + $\frac{1}{2}$ desgaste lateral)

La calificación y evaluación de los datos de desgaste de carril se realiza a partir del análisis definido en el apartado 5.5.2., *Análisis III-b*. En el apartado 6.6. - *Tolerancias - Auscultación de desgaste de carril*, tablas XI y XII, se especifican los valores admisibles para el desgaste de carril.

3.7. Auscultación de carril por ultrasonidos

3.7.1. Consideraciones generales

La auscultación por ultrasonidos está destinada a determinar los defectos internos de los carriles y de las uniones soldadas mediante el eco que produce una onda emitida desde un sistema multiplexor; este sistema detecta e interpreta dichos fallos a partir del comportamiento de dicha onda. La auscultación está compuesta por dos fases:

Fase 1 - Auscultación preliminar: En esta fase se toman datos de manera preliminar, se detectan los defectos de carril de toda la línea y se realiza un primer informe. Con este informe en la mano se establecen cuáles son los defectos sobre los cuales se debe hacer una auscultación individualizada. Se establecen unos niveles orientativos de intervención para la verificación manual: *actuación inmediata, actuación programada o en observación*.

Fase 2 - Verificación individual de los defectos: En esta fase se realiza una inspección particularizada de los defectos seleccionados a partir del informe de la auscultación preliminar y se prepara un informe más detallado. A la finalización de esta segunda fase, se debe entregar un informe con el diagnóstico de dicho defecto para su posterior tratamiento. En función de la severidad del defecto localizado se puede recomendar sustituir de inmediato el defecto cuponando en la zona afectada, programar su sustitución a corto plazo o mantenerlo en observación sin necesidad de realizar ninguna acción.

La auscultación de carril debe incluir los dos hilos de cada vía presente en toda la longitud de la línea, además de los carriles de las vías auxiliares de cocheras y enlaces.

En apartado 6.7. - *Tolerancias - auscultación por ultrasonidos*, tablas XIII y XIV, se valora el eco producido por el sistema y se referencian los defectos detectados a la Ficha UIC 712 de defectos de carril.

3.7.2. Medición con carro manual multiplexor

Dentro de la auscultación de vía por ultrasonidos, el sistema utilizado habitualmente es la prospección con carro manual multiplexor. Este procedimiento emite una onda a través de la sección del carril con un determinado ángulo de incidencia y recibe posteriormente el eco de la onda reflejada. La forma en que esta onda se comporta a su paso por el carril descubre el estado de éste. El sistema consta de tres partes: un carro portátil con rodadura adaptada a la cabeza del carril, un detector ultrasónico de defectos acoplado a la base del carro y un multiplexor que se encarga de tratar y analizar las señales recibidas del detector ultrasónico y emitir las en pantalla o almacenarlas. Permite detectar defectos de estado interno de carril como roturas, fisuras, inclusiones y mancha oval.

3.8. Termografías de carril en servicio

Mediante este procedimiento se pueden detectar defectos producidos en el carril por el efecto del paso de las ruedas de los trenes a lo largo del tiempo.

El método se basa en la utilización de termografía por infrarrojos; para ello se emplea una cámara de infrarrojos de alta velocidad para medir la temperatura de la cabeza del carril. De esta manera se puede observar la evolución de ciertos defectos aparecidos en el carril y sus uniones, difícilmente detectables a simple vista (por ej.: *'hot spots'*, conductividad de juntas aislantes, etc.)

4. FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES

La frecuencia e intensidad de las inspecciones se establece en función de varios factores:

- antigüedad de la línea o tramo
- la velocidad de deterioro
- el histórico de datos obtenidos en anteriores inspecciones
- el seguimiento y control de defectos
- el estado de sus componentes
- y la interrelación con otros subsistemas que puedan resultar afectados.

Las inspecciones y revisiones en toda la longitud de la vía se deben ejecutar periódicamente para detectar defectos en la vía de forma general, estado de los materiales como sujeciones, traviesas, daños de carriles, etc.

En las auscultaciones, la frecuencia normal es de una vez por año para líneas de tráfico normal; en las vías de importancia menor se puede reducir a una vez cada dos años.

Tabla II. Grupos y frecuencias de inspección.

	GRUPO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA
Recorridos	Recorrido a pie	Semanal
	Recorrido en cabina	Mensual
	Inspecciones puntuales	-
Auscultaciones	Auscultación geométrica	Anual
	Auscultación dinámica	Anual
	Auscultación de desgaste ondulatorio	Anual
	Auscultación de desgaste de los carriles	Anual
	Auscultación de carril por ultrasonidos	Anual

5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA VÍA

Para obtener el máximo aprovechamiento a la gran cantidad de información que se suele obtener en las inspecciones de vía (principalmente en las auscultaciones) se requiere un análisis cuidadoso de todos los datos obtenidos. Los resultados de dichos análisis de la información determinan las actuaciones necesarias a llevar a cabo en la vía y la rapidez con que se deben llevar a cabo; de esta manera se puede realizar una buena programación de los trabajos y conseguir una buena conservación de la vía.

Los indicadores típicos que describen la calidad de la vía son:

- Valores extremos de defectos aislados
- Desviaciones típicas sobre una longitud de 50 metros
- Valores medios

Complementariamente se deben tener en cuenta las sucesiones de defectos aislados ya que pueden provocar efectos de resonancia; también se debe controlar la combinación de defectos en varios parámetros en la misma localización.

Se van a considerar tres tipos de análisis interrelacionados entre sí para determinar el estado real de la vía y determinar la necesidad de actuación en un determinado tramo de vía. Éstos son:

- **Análisis I:** Identificación de defectos puntuales de urgente tratamiento
- **Análisis II:** Calidad de vía como camino de rodadura
- **Análisis III:** Superficie de rodadura y conjunto traviesa – sujeción

Para facilitar las evaluaciones obtenidas en los análisis se emplearán, entre otros, los conceptos de valores normalizados y los índices de calidad.

5.1. Valores normalizados

Desde el punto de vista de la explotación ferroviaria, el estado de la geometría tiene significación si va relacionado con la prestación que se exige de la vía en términos de velocidad de circulación. Este hecho significa que la respuesta dinámica depende no solo de los defectos la cuantificación del estado de vía, si no que exige confrontar la medida objetiva de sus defectos o valores medidos (P_i), con unos valores máximos admisibles variables en función de la velocidad. El estado de la vía será satisfactorio si el primero de los valores es inferior al segundo, e insatisfactorio en caso contrario.

Dado que deberá intervenir sobre la vía cuando estos valores hayan sido sobrepasados, a los valores máximos admisibles se les denominará también '*Umbral de Intervención Correctiva*' (P_n). Para su determinación, se han adoptado unos valores en consonancia con los indicados en las normas europeas de referencia.

Se denominará Valor Normalizado (V_n), al cociente entre el Valor Medido (P_i) y el Valor Máximo Admisibles (P_n):

$$\text{Valor máximo normalizado } (V_n) = \frac{\text{Valor medido } (P_i)}{\text{Valor máximo admisible } (P_n)}$$

El valor máximo admisible, P_n , considerado en este cálculo se define según el objetivo que persigue cada tipo de análisis y según la exigencia que se precisa en el mantenimiento de los estándares de calidad en la vía. En síntesis, los valores de P_n aplicados se corresponden con las siguientes referencias:

- P_n - análisis I: valores máximos para defectos aislados, especificados en las tolerancias de intervención programada - nivel $T_{I,1}$ (tabla V).
- P_n - análisis II: variación máxima admisible de los parámetros de vía con respecto al valor teórico de trazado (tabla VII).
- P_n - análisis III: valor medio máximo admisible de los parámetros que definen la superficie de rodadura (tablas IX, X y XII).

Cuanto menor sea el valor normalizado mejor será el estado de la vía con respecto al parámetro en cuestión, siendo '0' en el caso de una vía perfecta sin defectos. De acuerdo con esta definición los niveles de satisfacción del estado de la vía serán:

- Si el valor normalizado es menor o igual que 1, el estado de vía será satisfactorio en dicho parámetro para la velocidad en cuestión.
- Si el valor normalizado es mayor que 1, el estado de vía será insatisfactorio en dicho parámetro para la velocidad en cuestión.

La utilidad de los valores normalizados, es que permiten comparar directamente:

- El estado de un mismo parámetro en tramos de diferente velocidad, lo que no puede hacerse con los valores medidos.
- El estado de dos parámetros diferentes incluso en tramos de la misma velocidad o en un mismo tramo.

A través de los valores normalizados, se definirán las medidas de mantenimiento o los Índices de Calidad de la vía para cada análisis a realizar.

5.2. Índices de Calidad

Los índices de calidad constituyen valores de calificación del estado de vía entre 0 y 10 y están basados en cálculos establecidos a partir de los valores normalizados obtenidos de los parámetros geométricos. Así se tiene:

- cuanto mejor es el estado, mayor es el Índice de Calidad de Vía, de modo que:

- una vía sin defectos, tiene un Índice de Calidad 10
 - el Índice de Calidad 5 separa los estados satisfactorio (por encima de 5), e insatisfactorio (por debajo de 5)
 - cuanto más empeora el Estado, más se aproxima a 0 el Índice de Calidad.
- permiten comparar, al igual que los Valores Normalizados, directamente el estado en tramos de diferente o igual velocidad.

Pueden ser definidos respecto a:

- tramos unitarios de vía de longitud definida
- conjunto de tramos unitarios de vía

y pueden englobar los siguientes conceptos:

- un único parámetro de longitud de onda definida
- todos los parámetros en conjunto (Globales)

En cualquier caso, la calidad de estado tiene la misma definición cualitativa, respecto del Índice de Calidad obtenido, se refiera a un parámetro, un conjunto, o un tramo o conjunto de tramos:

ÍNDICE DE CALIDAD	CALIDAD DE ESTADO
$10 \geq I_c \geq 8.5$	BIEN
$8.5 > I_c \geq 6.5$	ACEPTABLE
$6.5 > I_c \geq 5.0$	REGULAR
$5.0 > I_c \geq 3.5$	DEFICIENTE
$3.5 > I_c \geq 0$	MAL

5.3. Análisis I: Identificación de Defectos Puntuales de Tratamiento Urgente

Definición. Este análisis trata de identificar aquellos defectos aislados que, a corto o medio plazo, pueden incidir en la seguridad de la circulación. Para su determinación se considerarán los factores (parámetros de cálculo) que producen esfuerzos elevados de interacción rueda-carril o que pueden dar lugar a un descarrilamiento. En la siguiente tabla se indican dichos parámetros de cálculo, indicándose además la longitud de onda medida:

Tabla III. Parámetros de cálculo Análisis I

Defectos de Nivelación Longitudinal
Defectos de Nivelación Transversal
Alabeo empate corto (base 3 metros)
Defectos de Alineación de Onda Corta
Ancho de Vía

Valores Normalizados. Se denominará Valor Normalizado (V_n), al cociente entre el Valor Medido (P_i) en un parámetro determinado y el Valor Máximo admisible para dicho parámetro (P_n):

$$\text{Valormáximo normalizado}(V_n) = \frac{\text{Valor medido } (P_i)}{\text{Valor máximo admisible } (P_n)}$$

El valor máximo admisible, P_n , aplicable a los parámetros de cálculo del Análisis I se corresponde con los valores máximos definidos para defectos aislados en vía, especificados en las tolerancias de intervención programada - nivel T_{i-1} - y se recogen en la tabla V (ver apartado 6. - *Tolerancias*). Estos valores dependen de la velocidad máxima de recorrido de los trenes y tienen diferente naturaleza según sea el método de auscultación (coche auscultador o carro tipo Krab).

El valor V_n obtenido en este cálculo ofrecerá una orientación sobre el estado de la vía y definirá las actuaciones de mantenimiento correctivo de la vía en función de su valor:

- Si $V_n \leq 1$, el Estado de la Vía es satisfactorio; no es necesario Mantenimiento Correctivo.
- Si $V_n > 1$, el Estado de Vía es insatisfactorio; es necesario Mantenimiento Correctivo.

Definición de Prioridades de Intervención según el Análisis I. Las prioridades de intervención se establecerán teniendo en cuenta los Valores Normalizados. Así se establecen las siguientes categorías de urgencia en función del valor de dicho parámetro V_n :

Valor Normalizado	Prioridad de Actuación
$1.00 < V_n \leq 1.25$	Programada
$1.25 < V_n \leq 1.50$	Corto Plazo
$1.50 < V_n$	Urgente

En el caso de utilizar un carro tipo Krab, en las inspecciones de mantenimiento, las prioridades de intervención se establecerán de acuerdo con las tolerancias de intervención de la

tabla VI, apartado 6 - *Tolerancias*, basadas en niveles de calidad, obteniéndose las siguientes prioridades:

- **Tratamiento correctivo programado:** Cuando los valores medidos superan las tolerancias establecidas para intervención programada, T_{1-1} .
- **Tratamiento correctivo a corto plazo:** Cuando los valores medidos sobrepasan los límites de intervención a corto plazo, T_{1-2} . En este caso hay que realizar actuaciones a corto plazo (máximo 6 meses), para mantener la vía dentro de los límites de intervención programada (sin tratamiento correctivo).
- **Tratamiento correctivo urgente:** Cuando los valores medidos superan los establecidos en las tolerancias de intervención inmediata, T_{1-3} .

Índices de Calidad de Análisis I. En el caso de Análisis I, no procede el cálculo del Índice de Calidad ya que este análisis se enfoca a la detección de defectos puntuales en la línea.

5.4. Análisis II: Calidad de vía como camino de rodadura

Definición. Este análisis trata de cuantificar la Calidad de la Vía desde el punto de vista del confort de la marcha, asimilándola a un camino de rodadura de los vehículos ferroviarios. Para su determinación se considerarán los factores (parámetros de cálculo) que producen aceleraciones elevadas en la caja de los vehículos.

Con este análisis se busca identificar la variación de los parámetros de vía con respecto a sus valores teóricos de trazado. Como cuantificador se utiliza la desviación típica (σ) de los parámetros geométricos medidos en tramos de 50 metros de vía; este valor es representativo de la dispersión de la señal alrededor de su valor teórico, que proporciona la diferencia entre la geometría real y la teórica. La formulación teórica es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}{N}}$$

Siendo:

N= número de mediciones realizadas en el tramo considerado (normalmente de 50 m)

P_i = valor medido puntualmente

\bar{P} = valor medio de las mediciones realizadas en el tramo considerado

Los parámetros geométricos contemplados son los siguientes:

Tabla IV. Parámetros de cálculo Análisis II

Defectos de Nivelación Longitudinal
Defectos de Nivelación Transversal
Defectos de Alineación
Ancho de Vía
Alabeo

Valores Normalizados de Análisis II. Se denominará Valor Normalizado (V_n), al cociente entre el Valor calculado para un tramo de 50 metros (σ_i) y el Valor máximo admisible definido (σ_n):

$$\text{Valor normalizado } (V_n) = \frac{\text{Valor calculado } (\sigma_i)}{\text{Valor máximo admisible } (\sigma_n)}$$

El valor máximo admisible, σ_n , aplicable a los parámetros de cálculo del Análisis II para velocidades máximas de 80 km/h, se presenta como la desviación típica máxima admisible de cada parámetro respecto a su valor teórico, y se recogen en la tabla VII. (Ver apartado 6. - *Tolerancias*).

Índices de calidad y definición de mantenimiento de Análisis II. Para hacer más intuitiva la cualificación de la Calidad de vía se definen los Índices de Calidad a partir de los valores Normalizados:

a) En un tramo unitario de vía de longitud definida:

Se definen los Índices de Calidad de Análisis II, con valores comprendidos entre 0 y 10, a través de la siguiente formulación numérica:

$$\text{Si } V_n \leq 1: \quad \text{Índice de calidad } (I_c) = 10 - 5 \times V_n$$

$$\text{Si } V_n > 1: \quad \text{Índice de calidad } (I_c) = 10 \times 0.5^{V_n}$$

De tal forma, a partir del valor obtenido se puede definir cualitativamente la Calidad del Estado de los distintos parámetros geométricos, según la siguiente clasificación:

ÍNDICE DE CALIDAD	CALIDAD DE ESTADO
$10 \geq I_c \geq 8.5$	BIEN
$8.5 > I_c \geq 6.5$	ACEPTABLE
$6.5 > I_c \geq 5.0$	REGULAR
$5.0 > I_c \geq 3.5$	DEFICIENTE
$3.5 > I_c \geq 0$	MAL

Esta calificación de la vía por tramos unitarios servirá de guía a la hora de definir las actuaciones de mantenimiento. Se considerarán los siguientes criterios:

- Definir las actuaciones correspondientes en aquel parámetro cuyo Índice de Calidad sea menor de 5, es decir, (categorías DEFICIENTE o MAL).
- No es necesario definir ninguna actuación en los parámetros cuyo Índice de Calidad sea mayor de 5 (categorías BIEN, ACEPTABLE o REGULAR). Se hace la siguiente salvedad: los tramos aislados de Calificación REGULAR no deberán tratarse salvo aquellos que estén próximos a tramos de calificación DEFICIENTE o MAL y en los que ya esté prevista una actuación próximamente. De esta manera se frenará el deterioro excesivo de ese tramo de vía.

b) En un conjunto de tramos unitarios:

Cuando se considera un conjunto de tramos unitarios, por ejemplo, un trayecto, un conjunto de trayectos o una línea, se define el Índice de Calidad de un parámetro en el Conjunto de Tramos Unitarios como:

“El tanto por diez de tramos unitarios del conjunto cuya calidad es BIEN, ACEPTABLE O REGULAR, es decir, cuyo Índice de Calidad es mayor o igual que 5 (tramos en los que no es preciso ningún tratamiento a corto plazo)”.

Así definido este parámetro permite:

- Cuantificar y sintetizar en qué grado el estado del parámetro es satisfactorio
- Comparar entre sí conjuntos de tramos unitarios, incluso de muy diferente extensión

Del mismo modo que en el apartado anterior, se define cualitativamente la Calidad del Estado del parámetro en un Conjunto de Tramos Unitarios a partir del valor del Índice de Calidad:

ÍNDICE DE CALIDAD	CALIDAD DE ESTADO
$10 \geq I_c \geq 8.5$	BIEN
$8.5 > I_c \geq 6.5$	ACEPTABLE
$6.5 > I_c \geq 5.0$	REGULAR
$5.0 > I_c \geq 3.5$	DEFICIENTE
$3.5 > I_c \geq 0$	MAL

Índice de Calidad Global y Definición de Mantenimiento de Análisis II. El Índice de Calidad Global en un tramo unitario de vía se define como la media aritmética de los Índices de Calidad de los diferentes parámetros geométricos en dicho tramo unitario. Para definir cualitativamente la Calidad del Estado de la Vía se tendrá en cuenta el porcentaje de subtramos unitarios del conjunto cuya calidad es BIEN, ACEPTABLE O REGULAR, es decir, cuyo Índice de Calidad es mayor o igual que 5 (no es preciso ningún tratamiento a corto plazo).

De acuerdo a esta definición, todo lo especificado para los Índices de Calidad de Parámetros en un Conjunto de Tramos Unitarios es aplicable al Índice de Calidad Global. De esta forma la Calidad Global de la Vía quedará clasificada así:

Porcentaje de tramos unitarios con calificación de BIEN, ACEPTABLE o REGULAR	CALIDAD GLOBAL DEL ESTADO DE LA VÍA EN UN CONJUNTO DE SUBTRAMOS
≥ 85%	BIEN
85% - 65%	ACEPTABLE
65% - 50%	REGULAR
50% - 35%	DEFICIENTE
< 35%	MAL

5.5. Análisis III: Superficie de rodadura y conjunto traviesa - sujeción

Este análisis cuantifica el estado de superficie de rodadura de los carriles en cuanto a desgaste y el estado del conjunto traviesa - sujeción desde el punto de vista del aseguramiento del ancho de vía. Incide fundamentalmente sobre el estado de los materiales de la vía. Para ello se ha considerado dividir este análisis en dos etapas diferenciadas, dependiendo de las mediciones necesarias para cada uno. Por un lado se detectará el desgaste ondulatorio en cabeza del carril y los posibles defectos de nivelación mediante sistemas ópticos o medida de aceleraciones y, por otro lado, se detectará el desgaste de carril y el ancho de vía mediante sistemas ópticos. De manera esquemática se tiene:

- Análisis III-a**
(SISTEMA ÓPTICO O ACELEROMÉTRICO)
- Desgaste ondulatorio
 - Defectos de nivelación (→ soldaduras y juntas)

- Análisis III-b**
(SISTEMA ÓPTICO)
- Desgaste en carril (→ vertical, lateral y total)
 - Ancho de vía medio (→ conjunto trav. – suj.)

5.5.1. Análisis III-a

Los parámetros de cálculo de aplicación en el Análisis III-a son aquellos que cuantifiquen el estado de la superficie de rodadura: el desgaste ondulatorio y los defectos de nivelación en soldaduras y juntas. Dichos parámetros se medirán a partir de las mediciones de la cabeza de carril realizadas mediante un sistema óptico láser instalado en el vehículo auscultador. Dicho software de medición analizará las medidas del perfil de la cabeza de carril tomadas con una frecuencia de muestreo suficiente y determinará el tipo y grado de avance del defecto ondulatorio y de las posibles variaciones bruscas de nivelación longitudinal.

Como alternativa al empleo de sistemas de medición ópticos, se considera la detección de los defectos de carácter ondulatorio en la superficie de rodadura y los de nivelación longitudinal mediante la medición de aceleraciones verticales en la caja de grasa del vehículo de control dinámico.

Valores Normalizados: La señal obtenida para cada uno de estos parámetros se cuantifica mediante el cálculo del pico máximo obtenido en un tramo unitario de vía de longitud definida (50 metros). Este valor se normaliza respecto a un valor máximo admisible a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Valormáximonormalizado}(V_n) = \frac{\text{Valormedido}(P_i)}{\text{Valormáximoadmisible}(P_n)}$$

El valor máximo admisible, P_n , del Análisis III-a en función del tipo de defecto se corresponden con la categoría 'Intervención a corto plazo' de la tabla IX (ver apartado 6 – *Tolerancias*). Estos valores fijan los límites a respetar para la programación de un mantenimiento a corto plazo.

En el caso de emplear un sistema acelerométrico para el cálculo del Análisis III-a, se considerarán como valores de P_n los definidos en la tabla X (ver apartado 6 – *Tolerancias*).

Definición de la prioridad de intervención en tramos: La prioridad intervención se determinará a partir de los valores normalizados; ésta será tanto más urgente cuanto mayor sean los indicadores anteriormente definidos, estableciéndose los siguientes casos:

a) Desgaste Ondulatorio:

Valor Normalizado	Prioridad de Actuación
$0.60 < V_n \leq 1.00$	Proximidad (*)
$1.00 < V_n \leq 1.50$	Corto Plazo
$1.50 < V_n$	Urgente

(*) Solo se actuará de manera preventiva en el caso de que dicho tramo se encuentre junto a un tramo a tratar.

b) Defectos de Soldaduras y Juntas:

Valor Normalizado	Prioridad de Actuación
$1.00 < P_n \leq 1.25$	Programada
$1.25 < P_n \leq 1.50$	Corto Plazo
$1.50 < P_n$	Urgente

5.5.2. Análisis III-b

Los parámetros de cálculo que se deben controlar en este análisis son todos aquellos que cuantifican el estado de los materiales de vía, medidos mediante un sistema óptico láser o similar. De esta manera se puede reflejar el desgaste actual comparado con el admisible, y el ancho de vía medio como indicación del estado del conjunto traviesa-sujeción.

La señal obtenida para cada uno de estos parámetros se cuantifica mediante el cálculo de su valor medio y su valor máximo en un tramo unitario de vía de longitud definida. En el caso concreto del ancho de vía se recogen los valores máximos tanto de los valores positivos como de los valores negativos.

La velocidad de trabajo se define en función de la frecuencia de muestreo que permite la tecnología implementada en el sistema auscultador y de la condición de realizar una medición cada 0,25 metros.

Valores Normalizados: El valor normalizado se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Valor máximo normalizado } (V) = \frac{\text{Valor medido } (P_i)}{\text{Valor máximo admisible } (P_n)}$$

En el caso específico del ancho medio:

$$\text{Valor máximo normalizado Vía cerrada (-)} (V_n) = \frac{\text{Valor negativo mínimo medido (P-)}}{\text{Valor admisible vía cerrada (P_n-)}}$$

$$\text{Valor máximo normalizado Vía abierta (+)} (V_n) = \frac{\text{Valor negativo máximo medido (P+)}}{\text{Valor admisible vía abierta (P_n+)}}$$

Los valores máximos admisibles, P_n , aplicables a cada cálculo del Análisis III-b en función de la velocidad de recorrido de los trenes, se recogen en la tabla XII (ver apartado 6 – *Tolerancias*).

Definición de la prioridad de intervención y zonas a tratar: Los tramos con prioridad de intervención se definen respecto a los Valores Normalizados calculados. Las actuaciones a realizar serán tanto más urgentes cuanto mayor sean los Valores Normalizados, estableciéndose los siguientes casos:

Valor Normalizado	Prioridad de Actuación
$1.00 < V_n \leq 1.25$	Programada
$1.25 < V_n \leq 1.50$	Corto Plazo
$1.50 < V_n$	Urgente

En el caso de la medición de desgaste de carril, la decisión para las actuaciones sigue un criterio que combina los resultados derivados del cálculo del índice de calidad con el límite de seguridad. De esta manera, no es necesario actuar si no se superan los valores máximos admisibles definidos en la tabla XII; sin embargo no se deberá permitir la circulación si los valores superan los límites de seguridad definidos en la tabla XI. En este caso se debe proceder a la sustitución del carril de forma inmediata.

En el caso del ancho de vía, hay que señalar la especificidad de sus mediciones. Puede ocurrir que tanto el valor máximo medido como el valor mínimo medido en varios puntos sobrepasen los correspondientes valores umbrales, y que sin embargo, los valores medios calculados para cada tramo unitarios no muestren este aspecto debido al cálculo estadístico en que están basados. En estas zonas, en las que el tamaño de los defectos supera a los umbrales de intervención, se debe calcular de manera exclusiva el índice de calidad, para su tratamiento e intervención exclusivos, y no la de todo el tramo.

6. TOLERANCIAS

6.1. Criterio general

Las distintas fases de vida en servicio de una vía condicionan las tolerancias admisibles que hay que respetar a la hora de verificar su estado geométrico y funcional. Los valores de tolerancia que se exigen en recepción, tras una intervención, son ligeramente más restrictivos que los aplicados durante las inspecciones de mantenimiento. Por ello, los valores medidos de cada parámetro se restringen primeramente a las tolerancias de conservación; seguidamente se especifican las tolerancias que determinan las intervenciones y su prioridad, y finalmente se definen los límites de seguridad, que son valores que nunca se deben sobrepasar. Estos niveles se adaptan a las necesidades y los requerimientos de este Administrador, siguiendo las pautas indicadas en la normativa europea vigente para la evaluación de la calidad de la vía. Así, se tienen:

- a) **T_c - Tolerancias de conservación:** Valores de aplicación en la recepción de la vía tras las labores de conservación.
- b) **T_i - Tolerancias de intervención.** Son los valores que se aplican durante las tareas de mantenimiento y la planificación de trabajos. Se subdividen en tres categorías de prioridad creciente:
 - **T_{i-1} - Tolerancias de intervención programada:** Valores que, si son superados, requieren que las condiciones de la geometría de vía se analicen y se apliquen medidas de mantenimiento en un periodo de tiempo inferior a 6 meses.
 - **T_{i-2} - Tolerancias de intervención a corto plazo:** Valores que, si son superados, requieren de un mantenimiento correctivo en un periodo de tiempo no superior a 3 meses.
 - **T_{i-3} - Tolerancias de intervención inmediata:** Valores que, si son superados, requieren ejecutar un mantenimiento correctivo de carácter inmediato, en un plazo de 7 días, con vista a que no se superen los límites de seguridad.
- c) **L_s - Límites de seguridad:** Si estos valores son superados, se verificará técnicamente el estado del punto o tramo concreto para evaluar la implantación de precauciones (reducción de la velocidad, corrección de la geometría de vía o incluso, el corte del servicio temporalmente) con el objetivo de eliminar un posible riesgo de descarrilo.

En la siguiente figura se muestra esta clasificación y el alcance de cada categoría de manera gráfica:

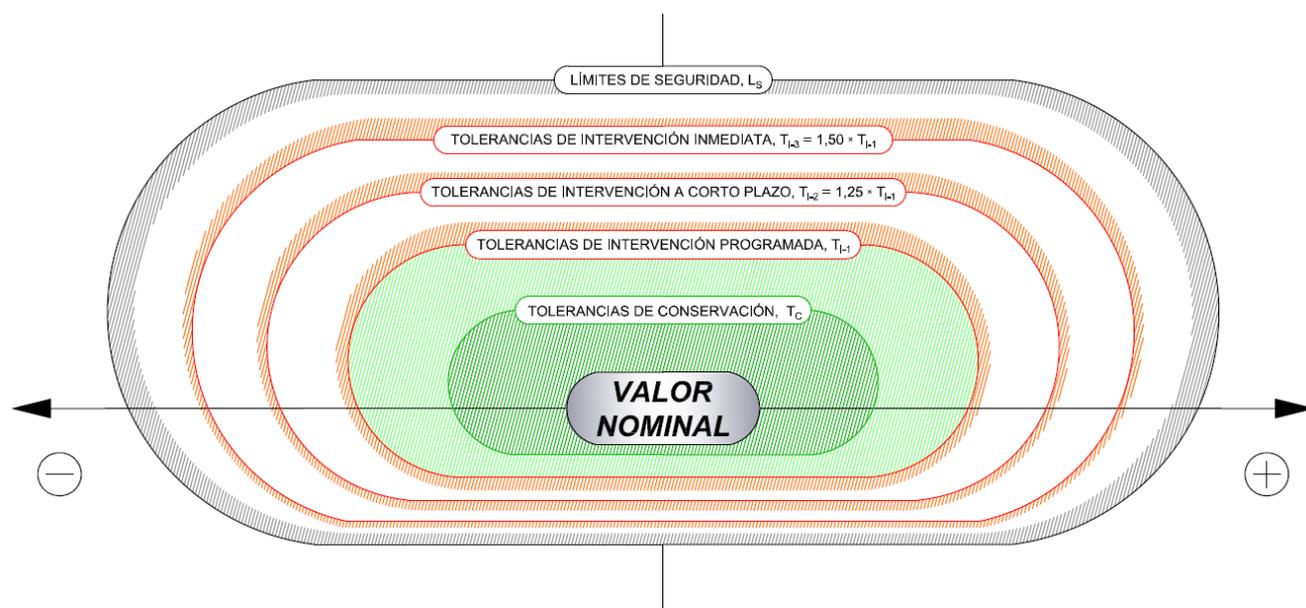


Fig. III. Extensión de los intervalos de tolerancia considerados.

Estos valores se definen en función de la velocidad de explotación de la línea, ya que es un factor importante para la evaluación de la calidad de la geometría de la vía.

Todas estas categorías, salvo los límites de seguridad, dependen de la política de mantenimiento correctivo definida por el administrador, de la frecuencia de las inspecciones y de la velocidad de evolución del defecto. En concreto, las tolerancias de intervención, T_i , corresponden al grado de exigencia que se precisa para el correcto mantenimiento de las vías en servicio. Se dividen en tres niveles de importancia de acuerdo con la prioridad en la ejecución de un mantenimiento correctivo destinado a subsanar un defecto determinado. Los valores definidos en la categoría '*Tolerancias de intervención programada*', T_{I-1} , corresponden al límite bajo el cual el estado de la infraestructura en un punto o tramo determinado no precisa de mantenimiento correctivo. Por encima de este nivel se debe programar un mantenimiento específico en función de la severidad del defecto aparecido. El menor grado de prioridad corresponde a las intervenciones programadas; a continuación se definen las '*Tolerancias de intervención a corto plazo*', T_{I-2} , cuyo grado de prioridad se incrementa en 1,25 veces respecto a la categoría '*Tolerancias de intervención programada*' (es decir: $T_{I-2} = 1,25 \times T_{I-1}$); y finalmente se define la categoría '*Tolerancias de intervención inmediata*', T_{I-3} , cuyo grado de prioridad se define incrementando 1,50 veces los valores definidos en la categoría '*Tolerancias de intervención programada*' (es decir: $T_{I-3} = 1,50 \times T_{I-1}$). Con este procedimiento se puede confeccionar una programación y seguimiento sencillo de las actividades

a ejecutar en el mantenimiento, ya que permite clasificar claramente los defectos encontrados en vía según su grado de avance y deterioro.

Los límites de seguridad nunca se han de sobrepasar. Los valores ofrecidos en esta categoría derivan de la experiencia y de las consideraciones teóricas de la interacción rueda – carril, ya que no es posible realizar ensayos reales con diferentes vehículos hasta el punto de descarrilamiento. Además, se tiene en cuenta el riesgo de ocurrencia de acontecimientos inesperados.

Una buena política de mantenimiento puede estar dirigida únicamente a mantener la seguridad o a conseguir además una buena calidad de rodadura, un inferior coste de ciclo de vida o un servicio más atractivo al pasajero (velocidad más alta). La normativa europea de referencia establece los valores mínimos que garantizan la seguridad, por lo que es el administrador de la infraestructura el que los adapta para mantener un nivel dado de calidad de rodadura.

Es importante tener en cuenta que la definición de las categorías de tolerancias expuestas en esta norma técnica aplican tanto para vía cargada (empleo de vehículo auscultador o similar) como para vía descargada (uso de carro manual, regla o similar), por lo que es importante tener en cuenta la diferencia que se puede producir cuando las mediciones están realizadas sobre vía cargada o descargada y aplicar el juego de valores de tolerancias adecuado, tal y como se diferencia en las tablas del punto 6.3.

6.2. Clasificación provisional de defectos

Durante las inspecciones visuales (paseos, viajes en cabina, etc.) pueden detectarse defectos puntuales o incidencias de diversa índole cuya calificación y evaluación se sale del procedimiento general definido en esta normativa. Aquí se incluyen: incidencias aparecidas en el periodo que transcurre entre dos auscultaciones, defectos difícilmente detectables por un sistema auscultador, sondeos de vía en zonas puntuales y factores externos que afecten al buen estado de la vía. En estos casos, se propone emplear una clasificación provisional para evaluar dichos defectos aparecidos en la vía. En ésta se diferencian los defectos de material base y las soldaduras, considerados de importancia especial, del resto de defectos. Se han definido las siguientes categorías respecto a la urgencia de actuar sobre ellos:

- **Defectos de importancia especial.** Defectos de material base y soldaduras. Se marcarán como “S”.

- **Actuación programada.** No hay urgencia en eliminar el defecto pero se debe controlar su evolución. Equivalente a las '*Tolerancias de intervención programada*'.
- **Actuación a corto plazo.** Se tiene que eliminar el defecto en la próxima oportunidad. Equivalente a las '*Tolerancias de intervención a corto plazo*'.
- **Actuación inmediata.** Se tienen que disponer limitaciones adecuadas en el tráfico ferroviario y eliminar el defecto con la mayor brevedad. Equivalente a las '*Tolerancias de intervención inmediata*'.

Las incidencias aparecidas en estos casos se registran en una ficha adecuada a cada tipo de inspección, donde se aportará toda la información que permita describir el fenómeno lo más detalladamente posible. En el Anejo I, se encuentra una colección de modelos de fichas de inspección.

6.3. Auscultación geométrica

Tolerancias para geometría de vía: se especifican los niveles de conservación e intervención para inspecciones de vía. De aplicación en auscultaciones con vía cargada.

Tabla V. Valores y tolerancias para conservación e intervención en inspecciones con vía cargada, [mm].

CONCEPTO	T _C , Tolerancias de conservación	T _I , Tolerancias de intervención			L _S , Límites de seguridad
		T _{I-1} , programada	T _{I-2} , a corto plazo	T _{I-3} , inmediata	
		v [km/h] ≤ 80	v [km/h] ≤ 80	v [km/h] ≤ 80	
Ancho de Vía	-3, +7	-5, +15	-6, +19	-8, +22	-11, +35
Variaciones entre 2 medidas consecutivas	-3, +3	-4, +4	-5, +5	-6, +6	-
Peralte	-5, +5	-10, +10	-12, +12	-15, +15	-
Alabeo en base de 3 m	-2, +2	-5, +5	-6, +6	-7, +7	7
Alabeo base de 9 m	-1, +1	-2, +2	-3, +3	-3, +3	-
Alineación	-7, +7	-14, +14	-17, +17	-21, +21	22
Nivelación longitudinal	-7, +7	-16, +16	-20, +20	-24, +24	28

Tolerancias para inspecciones con vía descargada: se especifican los niveles de conservación e intervención para inspecciones y sondeos de vía con carro auscultador tipo Krab, regla de anchos y peraltes o similar. De aplicación en auscultaciones con vía descargada.

Respecto al cálculo de Índices de Calidad de vía, las tolerancias de intervención programada corresponden con los valores máximos admisibles, también denominados 'Umbrales de Intervención Correctiva', P_n . Ver apartado 5.1.

Tabla VI. Valores y tolerancias para conservación e intervención en inspecciones con vía no cargada, [mm].

CONCEPTO	T_C , Tolerancias de conservación	T_I , Tolerancias de intervención			L_S , Límites de seguridad
		T_{I-1} , programada	T_{I-2} , a corto plazo	T_{I-3} , inmediata	
Ancho de Vía	-2, +5	-3, +10	-4, +13	-5, +15	-11, +35
Variaciones entre 2 medidas consecutivas	-3, +3	-3, +3	-3, +3	-4, +4	
Peralte	-3, +3	-7, +7	-8, +8	-10, +10	
Variaciones, 5m	-3, +3	-5, +5	-6, +6	-7, +7	
Alabeo en base de 3 m	-3, +3	-3, +3	-4, +4	-5, +5	7
Alabeo base de 5 m	-2, +2	-2, +2	-2, +2	-3, +3	
Alabeo base de 9 m	-1, +1	-2, +2	-2, +2	-2, +2	
Alineación	-5, +5	-9, +9	-12, +12	-14, +14	22
Variaciones, 5m	-4, +4	-6, +6	-7, +7	-9, +9	
Nivelación longitudinal	-5, +5	-11, +11	-13, +13	-16, +16	28
Variaciones, 5m	-8, +8	-8, +8	-10, +10	-12, +12	

6.4. Valores máximos admisibles aplicables al Análisis II

Valores aplicables al cálculo de valores ponderados en función de la desviación típica calculada sobre todas las mediciones efectuadas en un tramo específico.

Tabla VII. Valores máximos admisibles de la desviación típica [σ_n] aplicables al Análisis II.

LONGITUD DE ONDA 3 - 25 m			
Nivelación longitudinal [mm]	Nivelación transversal [mm]	Alineación [mm]	Ancho de vía [mm]
2,5	2,4	1,8	2,0

6.5. Auscultación dinámica

Intervalo de medición de aceleraciones, y tipos de actuación que han de llevarse a cabo en función de las mediciones.

Tabla VIII. Intervalos de aceleraciones para auscultación dinámica.

	Ac. lateral en bogie a_{lb} [m/s ²]	Ac. vertical en caja de grasa a_{vc} [m/s ²]	Ac. lateral en caja de vehículo a_{lv} [m/s ²]	Ac. vertical en caja de vehículo a_{vv} [m/s ²]	NIVEL DE CONTROL Y ACTUACIÓN RECOMENDADA
Intervalo de aceleraciones	0 - 2,0 (*)	0 - 30	0 - 1,5	0 - 1	Nivel de control normal
	2,0 - 4,0	30 - 50	1,5 - 2	1 - 2	Nivel de control intenso
	4,0 - 6,0	50 - 70	2 - 2,5	2 - 2,5	Comprobación y corrección programadas
	> 6,0	> 70	> 2,5	> 2,5	Comprobación y corrección inmediatas

(*) En curva el valor es de 2,5 m/s²

6.6. Auscultación de desgaste ondulatorio y soldaduras

Tolerancias de auscultación de desgaste ondulatorio: Según se definía en el apartado 5.5.1, se establecen tres categorías de prioridad para efectuar un amolado en función del tipo de onda y de la profundidad de la huella que se observa. La categoría de *intervención por proximidad* establecerá el límite por encima del cual se actuará de manera preventiva en el caso de que dicho tramo se encuentre junto a un tramo a tratar. La categoría *intervención a corto plazo* establece los umbrales de intervención que se emplean para calcular los índices de calidad establecidos en el Análisis III-a para evaluar la superficie de rodadura del carril.

Tabla IX. Tolerancias de actuación en desgaste ondulatorio.

Tolerancia de intervención, [μ m]	Actuación
240	Intervención de proximidad
400	Intervención a corto plazo (Valor máximo admisible)
600	Intervención urgente
1500	Límite de seguridad

Límite de crecimiento de defectos de carácter ondulatorio: En la práctica, en mediciones de profundidad de huella que superen 1,5 mm (1500 μ m) se recomienda sustituir la barra o cupón debido a la posible aparición de defectos de carril, aplicando siempre un criterio de máximo aprovechamiento.

Tolerancias en auscultación de soldaduras. Se respetan las siguientes tolerancias:

En alineación vertical:

- Tolerancias de conservación (T_c): (+ 0,1 mm, + 0,3 mm) – Longitud máx. de esmerilado: 600 mm.

- Tolerancias de intervención, (T_{I-1}): (- 0,5 mm, + 0,5 mm) – Longitud máx. de esmerilado: 900 mm.
- Planitud – medida en la longitud total de esmerilado:
 - o Tolerancias de conservación (T_c): - 0,15 mm
 - o Tolerancias de intervención, (T_{I-1}): - 0,20 mm
- Asimismo, se considera como tolerancia inadmisibles la posibilidad de detectar variaciones de 0,10 mm en longitudes superiores a 5 cm de longitud en el sentido longitudinal del carril.

En alineación horizontal:

- Tolerancias de conservación (T_c): Máx. abriendo vía: + 0,3 mm, máx. cerrando vía 0 mm. Longitud máx. de esmerilado: 500 mm
- Tolerancias de intervención (T_{I-1}): Máx. abriendo vía: + 0,5 mm, máx. cerrando vía -0,5 mm. Longitud máx. de esmerilado: ilimitada.

6.7. Tolerancias del sistema acelerométrico

En el Análisis III-a, se considera la alternativa de emplear un sistema de medición acelerométrico para la determinación de los defectos en la superficie de rodadura; en esta situación los umbrales de intervención serán los que figuran en la tabla siguiente:

Tabla X. Análisis III-a. Umbrales de intervención en aceleraciones de caja de grasa.

PARÁMETROS DE CÁLCULO		LONGITUD DE ONDA O BASE	$v \leq 80$ km/h
Aceleraciones caja de grasa	Desgaste ondulatorio	0,03-0,10 m	2,1 [m/s^2]
		0,10-0,30 m	
		0,30-1,00 m	
	Soldaduras y juntas	0,30-1,00 m	13 [número]
Nivelación longitudinal	Desgaste ondulatorio	1- 3m	0,6 [mm]

6.8. Auscultación de desgaste de carril

Inspecciones puntuales. Se establecen las siguientes tolerancias para inspecciones y sondeos de carril (aplicadas para carril 54E1):

Tabla XI. Tolerancias para desgaste de carril.

NIVEL	Tolerancias de conservación	Límites de seguridad
Desgaste lateral en cabeza	10 mm	12 mm
Desgaste vertical	10 mm	15 mm
Desgaste total	14 mm	15 mm

Valores para Análisis III-b: Se definen los valores umbrales de referencia de aplicación en el Análisis III-b.

Tabla XII. Valores máximos admisibles aplicables al Análisis III-b.

Parámetros de cálculo	tipo de carril	v ≤ 80 [km/h]	
Desgaste máximo admisible [mm]	Lateral	54E1	10
	Vertical	54E1	10
	Total	54E1	14
Ancho de vía medio [mm]	Vía abierta (+)		15
	Vía cerrada (-)		-5

Consideraciones adicionales. A nivel práctico se pueden considerar los siguientes criterios de aceptación o rechazo:

- Cuando por desgaste, la cabeza del carril disminuya un 20% su peso, lo cual corresponde a un desgaste total de 10 mm, según el siguiente cálculo:

$$\text{Desgaste total} = \text{Desgaste cabeza} + \frac{1}{2} \text{Desgaste lateral}$$

- Cuando aparece un fuerte desgaste ondulatorio (> 5/10mm)
- Cuando existen fisuras o grietas.
- Cuando existen fenómenos de corrosión en el patín que reducen su superficie.
- Cuando existan aplastamientos o efecto de patinaje en la cabeza.

6.9. Auscultación por ultrasonidos:

Considerando que el sistema empleado para la auscultación de ultrasonidos es de tipo sonda-rueda, se valorará el eco producido en dos aspectos:

- **Altura:** Si el defecto es puntual, se seguirá el siguiente criterio: si supera el 80% de altura de pantalla se sustituye; si está entre el 60% y el 80% se deja en observación periódica; si no supera el 60% no se considera defecto.
- **Anchura:** Si el eco es muy ancho, indica que afecta a una zona importante del carril (p.ej. la cabeza) por lo que se considera a sustituir.

Los resultados de defectos detectados mediante esta auscultación se referenciarán al catálogo de defectos publicado por la Unión Internacional de Ferrocarriles, UIC. [Ficha UIC 712]. En las siguientes tablas se indica la clasificación de defectos de carril más comunes:

Tabla XIII. CLASE 1 Defectos no aceptables (Defectos Grupo 1)

Posición de los defectos	Descripción de los defectos	Clasificación UIC
En los extremos de los carriles o alejados de ellos	Roturas o fisuras visibles que se extienden hacia la parte alta y/o baja del carril (por ejemplo la superficie de rodadura y debajo del patín)	Ver más abajo (*)
	Fisuras transversales en la cabeza con amplitud > FBH (agujero de fondo plano) 4mm	111, 211, 411, 471, 481
	Dos o más fisuras transversales detectables en 3 traviesas	111, 211, 471
	Fisuras horizontales longitudinales que se inician en su línea hacia la cabeza o hacia el patín	112, 212, 1321, 2321, 1322, 2322, 139, 239, 236
	Fisuras visibles o invisibles en el patín > 100 mm	153, 253
	Carriles con escamas cercanas entre ellas en vías con velocidades máximas > 130 km/h	1111, 2111
Lejos de los extremos de los carriles	Fisuras horizontales visibles en la cabeza o en el alma con longitudes entre 50-200 mm o fisuras invisibles con longitudes entre 200-1000 mm	212, 2321, 2322, 239, 412, 422, 432
	Ranuras visibles en la superficie de rodadura entre 50-500 mm	2212, 2211, 2221, 2222, 224, 2251, 2252, 472
	Fisuras verticales longitudinales visibles en la cabeza o el alma entre 50-100 mm o fisuras invisibles entre 250-500 mm	213, 233
	Defectos transversales en soldaduras de amplitud > a FBH 4 mm	411, 4211, 4212, 4213, 431, 471, 481
En los extremos del los carriles	Fisuras horizontales visibles o invisibles en la cabeza o el alma entre 50-100 mm	112, 1321, 1322, 139
	Ranuras visibles en la superficie de rodadura entre 50-100 mm	1212, 1211, 122, 1221, 1222, 124, 1251, 1252, 472
	Fisuras verticales longitudinales visibles o invisibles en la cabeza o el alma del carril entre 50-100 mm	113, 133
	Fisuras visibles desde los agujeros de taladro de las bridas, extendidas hasta la cabeza o el patín > 12 mm	135, 235, 236

(*) Puede ser invisible por estar cubierta por una brida

Tabla XIV. Defectos a informar aceptables (Defectos Grupo 2)

Posición de los defectos	Descripción de los defectos	Clasificación UIC
En los extremos de los carriles o alejados de ellos	Fisuras transversales en la cabeza equivalentes a FBH 5 – FBH 10 mm	111, 211, 411, 471, 481, 135, 235, 236
	Fisuras visibles o invisibles con inicio en taladros y fisuras diagonales en el alma que se sospeche puedan evolucionar hasta defectos del grupo 1	
Lejos de los extremos de los carriles	Fisura visible en el alma en contacto con 1 esquina entre cabeza y alma o en ambas esquinas	236
	Fisuras horizontales visibles en la cabeza o el alma entre 50-200 mm, o fisuras invisibles entre 200-1000 mm	412, 422, 432
	Ranuras visibles en la superficie de rodadura entre 50-500 mm, escamas, cascarillas, patinazos	2212, 2211, 2221, 2222, 2223, 224, 2251, 2252, 472
	Fisura vertical longitudinal en la cabeza o el alma entre 50-100 mm o fisuras indivisibles entre 250-500 mm	213, 233
En los extremos de los carriles	Fisuras horizontales visibles o invisibles en la cabeza o el alma entre 50-100 mm	112, 1321, 1322, 139
	Ranuras visibles en la superficie de rodadura entre 50-100 mm, escamas, cascarillas, patinazos	1212, 1211, 122, 1221, 1222, 124, 1251, 1252, 472
	Fisuras verticales longitudinales visibles o invisibles en la cabeza o el alma entre 50-100 mm	113, 133
	Defectos invisibles, indicaciones dudosas con palpadores de ultrasonidos perpendiculares > 250 mm	-

7. ATENUACIÓN DE VIBRACIONES

En los últimos tiempos, tanto las administraciones como las distintas normativas en vigor están más sensibilizadas con los fenómenos del ruido y vibraciones.

De forma simplificada en todo fenómeno vibratorio se pueden considerar tres elementos intervinientes: una fuente generadora de las vibraciones, un medio transmisor y un receptor de dichas vibraciones. En el caso concreto del ferrocarril, el generador es la interacción vehículo – vía que produce ondas vibratorias que se acoplan con el medio circundante (suelo) y se propaga por el terreno hasta los edificios cercanos. Allí, las vibraciones se acoplan con los cimientos y se propagan por la estructura del edificio, llegando hasta el interior del mismo. El efecto que produce tiene varias caras: puede producirse ruido inducido, puede percibirse una vibración molesta que afecte a la persona; e incluso puede producir daños estructurales de distinta consideración.

La gran casuística presentada en la generación de vibraciones supone que no todos los puntos con percepción de vibraciones son análogos por lo que hay que considerar la naturaleza particular de cada uno y definir una actuación en consecuencia.

Las causas más frecuentes de generación de vibraciones son las siguientes:

Tabla XV. Casuística general de la generación de vibraciones.

FACTOR INFLUYENTE	Material rodante	Cargas: magnitud y distribución
		Velocidad
		Perfil ruedas (rodadura)
	Infraestructura	Tipo, composición, elasticidad, rigidez variable (vía en balasto), etc.
		Perfil del carril (rodadura), golpes, etc.
		Trazado: curvas, peraltes, arranque/frenada...

El procedimiento de actuación de carácter general que ha de establecerse en puntos conflictivos desde el punto de vista de vibraciones comprende las siguientes fases:

- i. **Identificación de puntos singulares en la línea con vibraciones que causen molestia.** Aquí se incluyen las quejas procedentes de viviendas cercanas, las procedentes de viajeros y las propias detectadas por personal de mantenimiento de TMB.
- ii. **Registro de las incidencias.** El objetivo de este punto es el de observar si las incidencias recibidas son nuevas o repetidas en el tiempo, y elaborar un histórico con su evolución.
- iii. **Caracterización preliminar del punto.** La aparición de un punto vibratorio en una línea de metro puede ser debida a los siguientes agentes: la infraestructura, el terreno, el material móvil, la intensidad de paso de trenes, la ocupación de éstos u otros factores externos. En la caracterización preliminar se pueden establecer los siguientes pasos:
 - Se recopilará toda la documentación existente del punto en estudio tanto desde el punto de vista de infraestructura como a nivel del material móvil.
 - Se inspeccionará la zona de estudio determinando los posibles factores desde el punto de vista de la infraestructura.
 - Planteamiento de soluciones de atenuación de vibraciones.

- iv. **Caracterización de las vibraciones.** Para realizar la caracterización de los puntos singulares se puede establecer el siguiente proceso:
- Previamente a la adopción de ninguna medida atenuadora se obtendrán los espectros de vibraciones en el dominio de la frecuencia y el L_{AW} (índice de vibración) en diferentes localizaciones: a nivel de superestructura de vía (traviesa, etc.), en el hastial del túnel, en superficie (calle) y en la vivienda o vecinos afectados. El procedimiento de medición y posterior análisis seguirá las pautas que determina la normativa vigente.
 - Se repetirá el proceso una vez adoptadas las medidas correctoras propuestas.
 - Si con las medidas inmediatas anteriormente descritas el efecto vibratorio no ha desaparecido o no se ha atenuado lo suficiente, se deberá programar una actuación de mayor calado enfocada a eliminar completamente este efecto. Puede llegar a ser necesario tomar medidas drásticas como la instalación de elementos atenuantes de vibraciones (mantas, suelas, etc.), el rediseño de tramos con vía en placa, etc. En cualquier caso, cada vez que se tomen medidas se repetirán las medidas.
 - Una vez conseguido nuestro objetivo tendremos caracterizado tanto nuestro sistema como los niveles vibratorios en todos los emplazamientos descritos anteriormente.
- v. **Revisión periódica del nuevo escenario.** Por último se establecerá un control y evaluación de actuaciones planificadas en terrenos adyacentes de tal forma que en ningún momento se permitan superar los límites establecidos por la normativa vigente en las viviendas o vecinos afectados.

8. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO EN VÍA GENERAL

8.1. Consideraciones generales

Los trabajos de conservación más frecuentes que se presentan comprenden:

- Operaciones corrección geométrica de la vía: bateo / nivelación / alineación / estabilización dinámica
- Renovación separada o simultánea de carriles, apoyos, balasto y otros componentes.

- Apriete de tornillos
- Engrase / limpieza
- Soldaduras
- Reparación de juntas aislantes
- Mantenimiento de zonas adyacentes (canalizaciones, drenajes, etc.)
- Previsión de materiales, transporte y acopio
- Mantenimiento correctivo no planificado

El orden en que han de ejecutarse depende de las circunstancias de cada caso y de la planificación realizada. En los apartados siguientes se detallan las operaciones mencionadas.

8.2. Renovación de pequeño material

Las piezas que componen las sujeciones elásticas SKL-xx y NABLA deben sustituirse cuando se deterioren o estén inutilizadas.

Se consideran grapas elásticas inutilizadas las que presenten fisuras o estén rotas y hayan perdido elasticidad. Los tornillos a sustituir serán los torcidos y los que posean la rosca deteriorada. Las vainas que no permitan un buen anclaje del tornillo o impidan que éste pueda introducirse completamente serán igualmente sustituidas. Los clips elásticos que presenten falta de elasticidad o algún defecto estructural deberán remplazarse.

8.3. Renovación y sustitución de apoyos deteriorados o inutilizados

8.3.1. Renovación de traviesas

Traviesas de madera: Cuando haya que sustituir una traviesa de madera inútil se comprobará, en primer lugar, si es preciso cajear la nueva. Si es necesario cajear, deben realizarse las operaciones siguientes: descubrir los cajones contiguos a la traviesa inútil para sacarla por uno de ellos; colocar en su lugar la traviesa nueva retocando, en su caso, la cama de balasto para no levantar los carriles; presentar las placas metálicas de asiento y subir el conjunto con ayuda de palancas para poner en contacto las placas con el patín de cada carril; marcar los límites de los cajeados; hacer los cajeados; colocar la traviesa en su sitio; hacer los taladros y apretar la sujeción correctamente dejando el ancho de vía dentro de tolerancia y recalzar con bateadoras manuales de vibración.

Traviesas de hormigón: En este caso se extrae la traviesa inútil y se presenta la nueva en su lugar en posición de premontaje. La colocación y fijación de la traviesa se hace de manera similar al caso de traviesa de madera.

8.3.2. Sustitución de apoyos en losa de hormigón

La sustitución de elementos de apoyo en tramos de vía en placa conlleva la dificultad de operar sobre la losa de hormigón. En ocasiones, la rotura de un elemento de apoyo conlleva también un deterioro de la losa adyacente, por lo que se debe analizar meticulosamente el alcance del defecto.

8.4. Renovación de balasto

La renovación de balasto se realiza cuando se observe una excesiva contaminación de éste o cuando la geometría de las rocas se haya redondeado y no se conserven las aristas vivas que aseguran un buen comportamiento elástico de la banqueta de balasto y un drenaje adecuado.

Se debe programar la entrada de maquinaria pesada para la renovación de balasto en estas zonas, procurando aprovechar la entrada para actuar en varias zonas.

8.5. Perfilado de la banqueta de balasto

La banqueta de balasto puede perder su cuerpo y forma debido a las características especiales del trazado, a condicionantes externos, o bien debido a las reparaciones que se efectúan en vía (presencia de maquinaria, etc.) Hay que tener en cuenta que los trabajos realizados en vías contiguas o en las inmediaciones también pueden afectar a la banqueta de balasto por lo que se pueden dar los siguientes eventos:

- **Trabajos en las inmediaciones de una vía sin junta que supongan disminución del hombro de banqueta.** Estas reparaciones aparecen frecuentemente en una vía cuando se hace la renovación de la contigua. Antes de realizar ningún desguarnecido que pueda afectarlas debe descargarse un cordón de balasto sobre las cabezas de las traviesas para compensar la disminución que pudiera haber de este material. Hasta el restablecimiento del perfil de la banqueta se impondrá una limitación de velocidad adecuada.

- **Trabajos en las inmediaciones de una vía sin junta que impliquen desguarnecido total de las cabezas de traviesas en una longitud de vía determinada o en varias traviesas aisladas.** El caso se presenta al realizar una excavación a lo largo del paseo sin alterar la capacidad portante de la infraestructura de la vía o cuando se efectúa una excavación transversal a ella. En el primer caso debe establecerse una limitación de velocidad hasta restablecer la banqueta de balasto a juicio del ingeniero director de la obra. En el caso de extracción transversal es imprescindible apejar la vía e imponer una precaución de acuerdo con las circunstancias de la citada excavación.

Se debe programar la entrada de maquinaria pesada para el perfilado y estabilizado de la banqueta de balasto en estas zonas, procurando aprovechar la entrada para actuar en varias zonas.

8.6. Conservación de tramos en placa de hormigón

Las actuaciones a realizar se planifican a partir de los resultados de las inspecciones realizadas periódicamente. Se debe comprobar la aparición de nuevas fisuras en el periodo entre inspecciones y la velocidad de evolución de las existentes, evaluando su influencia en la resistencia de la plataforma y en los parámetros geométricos de vía.

Se efectuará un sellado simple en las fisuras con escaso grado de avance y poca o nula evolución, con el objetivo de evitar la entrada de suciedad, sólidos o agua. Las fisuras de mayor deterioro o avance se tratan de manera particular con vistas a efectuar un saneamiento preventivo.

En el caso de defectos más graves, tales como el levantamiento puntual de la losa o una gran fragmentación de ésta, se realizará una estimación de la zona afectada y del riesgo sobre el tráfico y se programará una intervención de mayor calado.

8.7. Apriete general de tornillos

Todos los tornillos, excepto los de sujeción, deben apretarse cuando están limpios y engrasados teniendo en cuenta que un tornillo montado con arandela plana está apretado correctamente cuando no deja holguras entre los materiales que aprisiona su tuerca y su cabeza, cuando el tornillo se monta con arandela doble elástica, para estar apretado correctamente debe resultar una holgura de 1 - 1,4 mm entre las dos vueltas de dicha arandela. El apriete nominal se comprobará con galgas calibradas.

8.8. Engrase / Limpieza

Mantenimiento de puntos donde haya instalado un engrasador.

8.9. Soldaduras

Se sustituirán todas las soldaduras en las que se observe una fisura y aquellas cuya alineación vertical se encuentre fuera del intervalo $-0,5, +0,5$ mm (rehundimiento – elevación) y cuya alineación horizontal se encuentre fuera del intervalo $-0,5, +0,5$ mm (cerrando vía – abriendo vía). En soldaduras nuevas no se permiten soldaduras bajas (con rehundimiento) ni que cierren vía (estrechamiento); éstas deberán rechazarse.

8.10. Revisión de juntas aislantes

En la vía sin junta se instalan juntas aislantes encoladas que no pueden desmontarse pero que deben revisarse antes que den lugar a incidencias.

En su conservación se efectuarán las operaciones siguientes: suprimir las rebabas de los carriles con lima triangular pequeña sin dañar el perfil aislante, retirar las virutas metálicas limpiando los patines de los carriles por sus caras superior e inferior, y comprobar el estado de la cola de unión, además de comprobar la resistencia eléctrica al aislamiento de la junta.

Otros tipos de juntas aislantes instaladas en vía con juntas son con bridas de madera baquelizada o de fibra de vidrio desmontables.

8.11. Mantenimiento de zonas adyacentes

Se consideran en este punto los paseos laterales, canalizaciones, drenajes, desagües etc.

Deberá prestarse atención a que todas las conducciones de evacuación de agua estén libres de suciedad o restos de materiales que entorpezcan su función, procediendo a su retirada.

Del mismo modo se eliminarán aquellos objetos que puedan dificultar la circulación del personal por los paseos laterales de las secciones en túnel.

8.12. Previsión de materiales, transporte, acopio

El personal de mantenimiento debe realizar a su debido tiempo la prospección necesaria para determinar los materiales que han de acopiar para efectuar los trabajos de conservación en vía general.

Se debe observar que si con estas actuaciones se alterase el buen funcionamiento de las señales, se debería poner en conocimiento de los responsables de Señalización para asegurar la circulación mientras sus instalaciones estén fuera de servicio.

8.13. Descarga y acopio de los materiales previstos

Los materiales que vayan a emplearse en la conservación de la vía deben depositarse en el tajo, fuera del paseo, respetando el gálibo de circulación.

9. NORMATIVA DE REFERENCIA

N.A.V. 7-1-0.5	Vía. Recepción de vía.
N.A.V 7-3-0.0/2	Calificación de la Vía. Geometría de la vía.
N.A.V.7-3-1.0	Calificación de la vía. Apretado de las sujeciones RN.
N.A.V.7-3-2.0	Calificación de la vía. Ancho de vía.
N.A.V.7-3-2.5	Calificación de la vía. Inclinación del carril.
N.A.V.7-3-5.0	Calificación de la vía. Peralte, alabeo y estabilidad de traviesas..
N.A.V.7-3-5.5	Calificación de la vía. Nivelación longitudinal.
N.A.V.7-3-6.0	Calificación de la vía. Alineación.
N.A.V 7-4-1.1	Inspección de la vía. Operaciones de vigilancia en los recorridos a pie.
N.A.V 7-5-1.1	Conservación de la vía. Operaciones de conservación.
N.A.V.7-6-0.1	Modificaciones y reparaciones de vía. Reparaciones en la vía.
UNE-EN 13231-1	Aplicaciones ferroviarias. Vía. Recepción de trabajos. Parte 1: Trabajos en vía sobre balasto. Vía general.
UNE-EN 14363	‘Ensayos para la aceptación del comportamiento dinámico de los vehículos ferroviarios’.
UNE-EN 13848-1	Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía.
UNE-EN 13848-5	Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 5: Niveles de calidad geométrica de la vía.

10. ANEJO I - FICHAS DE INSPECCIÓN

10.1. Sondeo de par de apriete (*ejemplo de plantilla*)

SONDEO DE PAR DE APRIETE (220Nm)

TRANSPORTS METROPOLITANS DE BARCELONA

LINEA / ESTACIONES	
---------------------------	--

FECHA		Nº FICHA	
--------------	--	-----------------	--

PUNTO KILOMÉTRICO	
--------------------------	--

VÍA 1					VÍA 1				
nº traviesa	hilo izquierdo		hilo derecho		nº traviesa	hilo izquierdo		hilo derecho	
	exterior	interior	interior	exterior		exterior	interior	interior	exterior
1	B	B	B		9				
2	B	B			10				
3	B				11				
4					12				
5					13				
6					14				
7					15				
8					16				

OBSERVACIONES
TIRAFONDO
CLIP
PLACA ACODADA
PLACA DE ASIENTO

10.2. Informe de soldaduras aluminotérmicas



INFORME DIARI DE SOLDADURES ALUMINOTÈRMiques

Línia:	Tram:
--------	-------

Troquel:	Permís:	Data:
----------	---------	-------

Soldadura: Parc <input type="checkbox"/>
Via General <input type="checkbox"/>

Carril: Nou <input type="checkbox"/>	UIC54 <input type="checkbox"/>
2n ús <input type="checkbox"/>	UIC45 <input type="checkbox"/>

Estat del balast: Correcte <input type="checkbox"/>
Incorrecte <input type="checkbox"/>

Estat de la fixació: Correcte <input type="checkbox"/>
Incorrecte <input type="checkbox"/>

Nº	PK	Via	Carril	Hora	Cala (mm)	Temps Preca.	Temps Reacció	Data Esmolat d'acabat

OBSERVACIONS: A destacar abans, durant o després del procés de soldadura Procediment correcte: Si <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

VERIFICACIONS GEOMÈTRIQUES

VERTICAL	DADES MESURADES			
Nº				
Alta				
Baixa				
Planitud				
Longitud d'esmolat				

Toleràncies al dors del full

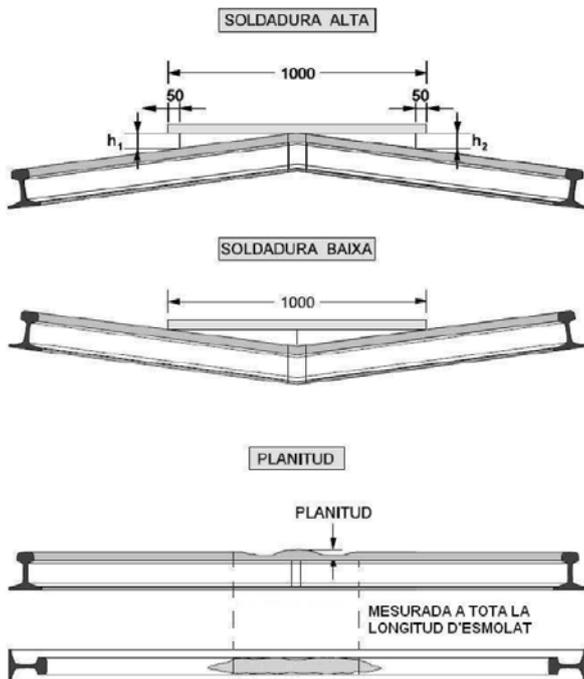
Horizontal	Dades Mesurades			
Nº				
Obrint via				
Tancant Via				
Longitud d'esmolat				

Toleràncies al dors del full

Signatura del soldador:

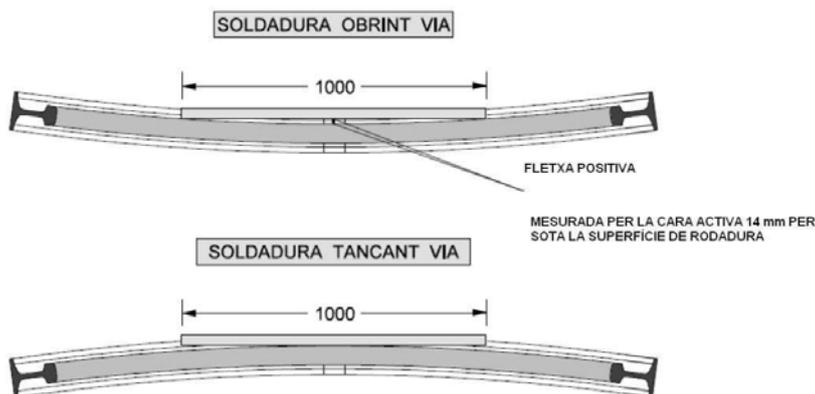
Segell de l'empresa soldadora:

ALINEACIÓ VERTICAL



TOLERÀNCIES ALINEACIÓ VERTICAL			
CARRIL		Nou	2n ús
ALTA (mm)	Màxim	0,3	0,5
	Mínim	0,1	0
	Planitud	-0,15	-0,2
BAIXA (mm)		0	-0,5
Màx. Long. Esm.		600	900

ALINEACIÓ HORIZONTAL



TOLERÀNCIES ALINEACIÓ HORIZONTAL		
CARRIL	Nou	2n ús
Màxim obrint via	0,3	0,5
Màxim tancant via	0	0,5
Màx. Long. Esm.	500	Il·limitat

10.3. Parte de rotura de carril

012- Parte de rotura de carril

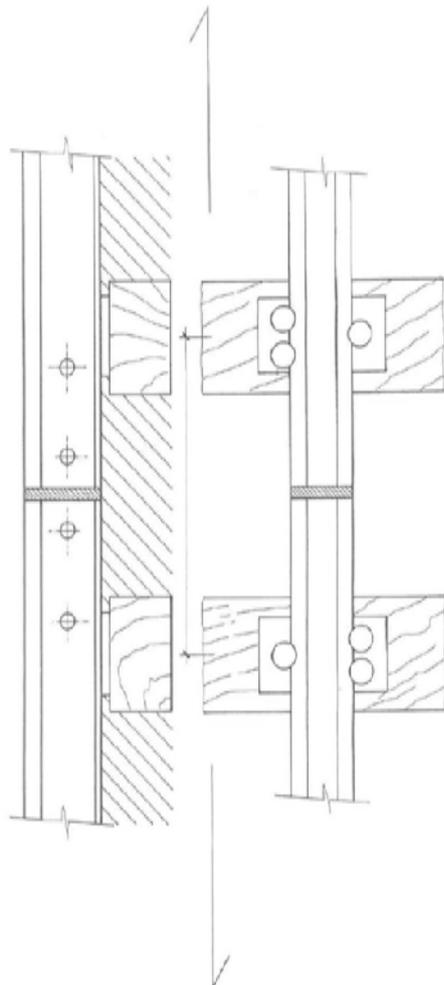
Tramo: _____

Linea:	PK:
Vía 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
Carril 1 <input type="checkbox"/>	Alto <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>
Hilo <input type="checkbox"/>	
Tipo de vía	Balasto <input type="checkbox"/> Hormigón <input type="checkbox"/>
Fijación	Ensidesa <input type="checkbox"/> G1 <input type="checkbox"/> G4 <input type="checkbox"/> M3H <input type="checkbox"/> DFF <input type="checkbox"/> Bloques <input type="checkbox"/>
Situación	Vía general <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/> Curva <input type="checkbox"/> Cruzamiento <input type="checkbox"/> Contracarril <input type="checkbox"/> Aguja <input type="checkbox"/> Junta <input type="checkbox"/> Soldada <input type="checkbox"/> Embrindada <input type="checkbox"/>
Afectada por pozo de ventilación	<input type="checkbox"/>
Filtraciones o humedad en la zona	<input type="checkbox"/>
Señalizada por el equipo de ultrasonidos	<input type="checkbox"/>
En caso de rotura de soldadura indicar fecha y firma:	

Fecha: _____

Encontrada por: _____

Descripción de la rotura



Rotura <input type="checkbox"/> Completa <input type="checkbox"/> Incompleta <input type="checkbox"/>	A Rellenar en Oficinas	
Desgaste Lateral <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/>	Orden	
Bridas C <input type="checkbox"/> Cupón <input type="checkbox"/> Limitación de velocidad <input type="checkbox"/>	Aviso	
Medidas adoptadas	Defecto	
	UIC	

El Maestro Asentador

El Capataz

10.4. Parte de reparación de filtraciones y cunetas en túneles

005-Reparación de filtraciones y cunetas en túneles



Fecha / /

Línea	Tramo	Vía	Núm. agentes	Trabajo efectuado	del PK al PK	Material Utilizado
						Arena
						Grava
						Garbancillo
						Cemento Portland
						Cemento Rápido
						Cemento Heydi-x
						Cal
						Yeso
						Tochanas
						Mahones
						Varilla
						Plancha 1,5 mm
						Plancha 2,0 mm
						Plancha 2,5 mm
						Plancha 3,0 mm
						Tubos hormigón
						Tubos PVC
						Adhesivo PVC
						Lamina ignífuga

Encargado Firma

Unitat de manteniment de via i catenària

10.5. Parte diario de los trabajos de conservación realizados por la empresa



014- PARTE DIARIO DE LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN REALIZADOS POR LA EMPRESA				COMSA
LÍNEA	FECHA / /	Nº DE AGENTES	CORTE DE TENSION	VÍA LIBRE
OPERACIONES				Uds. / MI.
TRAMO:				Uds. / MI.
NIVELACIÓN DE VÍA CON MAQUINARIA PESADA				
NIVELACIÓN DE CAMBIOS CON MAQUINARIA PESADA				
APRETADO DE CLAVAZÓN VÍA DE HORMIGÓN				
APRETADO DE CLAVAZÓN VÍA DE BALASTO				
ESMERILADO MANUAL				
RELEVO DE CARRIL				
TRAVIESAS RELEVADAS				
TRAVIESAS CORRIDAS POR PUNTA				
PLACAS DE ASIENTO DESPLAZADAS				
SOLDADURA DE CARRIL VIA GENERAL				
SOLDADURA DE CARRIL EN PARQUE				
ESPIRALES VORTOK				
LIMPIEZA DE CUNETAS				
OTROS :				
OBSERVACIONES				
Trabajos realizados:				
				del PK
				al PK
Firma - Supervisor de los Trabajos :				Nº Empleado :

10.6. Parte de bateadora Plasser



001 Bateadora Plasser 08-16UM

Fecha / /

Línea: Vía: PK: , a ,

Zona de trabajo: _____

Balasto de trabajo: _____

Anomalías de la máquina: _____

Metros lineales efectuados: { Alineación: _____ Nivelación: _____ Bateo: _____
 Perfilado: _____ Tramo: _____

Observaciones

Ruta		Salida		Llegada	
Línea	Vía	Tramo	Hora	Tramo	Hora
Inspector: Sr. _____					

Personal: Sr: _____ nº _____ Operarios Comsa: _____
 Sr: _____ nº _____
 Sr: _____ nº _____

Empleado: Firma:

Unitat de manteniment de via i catenària

10.7. Parte trabajos de amolado

10.8. Parte de guardavías



008- Informe de Guardavies

Data: ____ / ____ / ____

Línia	Via	Carril	Tram	Inici:	Fi:	del PK al PK
				Observacions		

Empleat:	Signatura:	Capataç:	
Notificados trabajos en SAP	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	Hora recepción corte de tensión	<input type="text"/> : <input type="text"/>
Notificadas horas en SAP	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	Hora devolución vía libre	<input type="text"/> : <input type="text"/>
<u>Unitat de manteniment de via i catenària</u>			Vº/Bº trab. SAP: ok <input type="checkbox"/> ko <input type="checkbox"/> Vº/Bº horas SAP: ok <input type="checkbox"/> ko <input type="checkbox"/> OFICINA

008- Informe de Guardavies

Data: ____ / ____ / ____

Línia	Via	Carril	Tram	Inici:	Fi:	del PK al PK
				Observacions		

Empleat:	Signatura:	Capataç:	
Notificados trabajos en SAP	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	Hora recepción corte de tensión	<input type="text"/> : <input type="text"/>
Notificadas horas en SAP	si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	Hora devolución vía libre	<input type="text"/> : <input type="text"/>
<u>Unitat de manteniment de via i catenària</u>			Vº/Bº trab. SAP: ok <input type="checkbox"/> ko <input type="checkbox"/> Vº/Bº horas SAP: ok <input type="checkbox"/> ko <input type="checkbox"/> OFICINA

10.9. Instrucciones para los guardavías



Mantenimiento Vías y Catenaria
Infraestructuras

Ferrocarril Metropolità de Barcelona, SA.

Enero - 2009

INSTRUCCIONES PARA LOS GUARDAVÍAS

En los CARRILES

- 1.- Revisar, sobre todo en las curvas, los desgastes de cabeza y laterales que se produzcan. Engrasando si es preciso.
- 2.- Apriete y en su caso sustitución de los tornillos de bridas, tanto mecánicas como aislantes.
- 3.- Limpieza superficial, de polvillo metálico, en las bridas aislantes.
- 4.- Revisar conexiones soldadas de la corriente de retorno.
- 5.- Revisar la nivelación, alineación y desperfectos de la vía, garrotes, baches, etc.
- 6.- Detección de roturas de carril.

En las TRAVIESAS

- 1.- Marcar las traviesas rotas o en mal estado.
- 2.- Marcar los tirafondos o tornillos de grapa (suelos) y sustitución de fijaciones, grapas, etc.

En los CAMBIOS

- 1.- Limpieza de papeles, piedras y cualquier objeto que pueda entorpecer el correcto funcionamiento.
- 2.- Engrasar los cojinetes de deslizamiento con aceite. Así como el contracarril y las agujas que presenten desgaste por fricción con presencia de polvillo metálico.
- 3.- Verificar el apriete de los tornillos y de los tirantes de accionamiento y señalización.
- 4.- Comprobar el estado de todos los elementos que lo componen, desgastes, roturas, placas desplazadas, rodillos Austroroll, etc.

En los ENGRASADORES

- 1.- Limpieza con cabos del peine repartidor de grasa.
- 2.- Comprobar el correcto funcionamiento.
- 3.- Comprobar que no hay pérdidas de grasa.
- 4.- Comprobación de que, la curva donde esta instalado el engrasador está correctamente engrasada.

ADVERTENCIA IMPORTANTE: **Cualquier anomalía que se observe en los engrasadores, debe ponerse en conocimiento del mando responsable de la línea.**

En la SUPERESTRUCTURA

- 1.- Detección de roturas o desprendimientos de cascotes en la bóveda o hastiales.
- 2.- Detección de filtraciones.
- 3.- Detección de roturas en las soleras de hormigón o remanches de agua y lodos.
- 4.- Retirada de cualquier elemento que impida la circulación de agua en las cunetas.

En GENERAL

- 1.- Retirada de objetos que puedan entorpecer el paso del tren, tanto de los carriles como de las zonas próximas.
- 2.- Detección de roturas.
- 3.- **DAR PARTE DE CUALQUIER ANOMALÍA OBSERVADA Y DE LAS CORRECCIONES QUE HAYA EFECTUADO.**

MATERIALES DE LOS QUE DEBE IR PROVISTO

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1.- Chaleco reflectante y equipos de protección individual. 3.- Linterna. 5.- Brocha limpieza. 7.- Cualquier otro elemento que el agente considere necesario. | <ol style="list-style-type: none"> 2.- Radioteléfono. 4.- Llave inglesa. 6.- Tiza. |
|--|---|

10.10. Revisiones de Celador de vía y catenaria

Revisiones de línea:
Atención de incidencias:
Gestión de almacén:
Reparto:
Otros: