

### III. OTRAS DISPOSICIONES

#### MINISTERIO DE FOMENTO

**13608** *Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias, por la que se aprueba la «Especificación Técnica de Homologación de Material Rodante Ferroviario: Coches».*

La «Orden FOM/233/2006, de 31 de enero, por la que se regulan las condiciones para la homologación del material rodante ferroviario y de los centros de mantenimiento y se fijan las cuantías de la tasa por certificación de dicho material» define las Especificaciones Técnicas de Homologación (ETH) como «el conjunto de normas técnicas, requisitos y condiciones que, en materia de seguridad, fiabilidad, compatibilidad técnica, salubridad, protección del medioambiente y, en su caso, interoperabilidad, debe cumplir todo vehículo ferroviario para poder obtener las autorizaciones de puesta en servicio y de circulación» y, en consecuencia, circular por la Red Ferroviaria de Interés General.

El artículo 5 de la orden, en su apartado 2, asigna a la actual Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias la aprobación, a propuesta de los grupos de trabajo creados a tal efecto, de dichas ETH. Como desarrollo de este cometido, se impulsó la creación de estos grupos, constituidos por expertos cualificados en la materia en representación de la propia Dirección General, ADIF, RENFE-Operadora y demás empresas ferroviarias, fabricantes de material ferroviario, empresas mantenedoras y demás entidades del sector.

Asimismo, las ETH, una vez aprobadas, deberán ser objeto de publicación en el «Boletín Oficial del Estado» a través de la correspondiente resolución de la Dirección General, de acuerdo con el artículo 5.5. de dicha orden.

La ETH que figura como anexo de esta resolución ha sido sometida a los trámites establecidos en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, y en la Directiva 98/34/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio.

Una vez finalizados los trabajos de redacción de las ETH, tras los correspondientes periodos de consultas al sector ferroviario, y habiendo elevado los grupos de trabajo sus propuestas, esta Dirección General ha resuelto:

Primero. Aprobar la «Especificación Técnica de Homologación de Material Rodante Ferroviario: Coches», que figura como anexo a la presente resolución.

Segundo. Ordenar la publicación en el Boletín Oficial del Estado de la citada especificación técnica.

Tercero. La ETH anexa a la presente resolución es de aplicación al material rodante de la clase «Coches», entendiéndose por tal «los vehículos ferroviarios sin tracción propia habilitados para el transporte de viajeros, así como los vehículos complementarios para su servicio». (Artº 3.2.c de la Orden FOM 233/2006).

Cuarto. La ETH anexa a la presente resolución entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Quinto. En los procesos de validación de nuevo material rodante de nueva construcción y nuevo diseño («vehículos tipo») en los que la comunicación del inicio del proceso conforme el artículo 9 de la Orden FOM/233/2006 se realice con posterioridad a la entrada en vigor de esta ETH, se empleará ésta última como especificación técnica de referencia para la validación.

En caso contrario, la normativa aplicable seguirá siendo la establecida en la disposición transitoria primera de la Orden FOM/233/2006. No obstante, en este caso el solicitante

tendrá la opción de aplicar, total o parcialmente, la ETH que figura anexa a esta resolución.

Sexto. En los procesos de validación de nuevas unidades de material rodante perteneciente a series ya autorizadas («continuación de serie»), cuyo «vehículo tipo» fue validado con la normativa previa a la ETH, se aplicarán las siguientes reglas:

1. Si la comunicación a la Dirección General del inicio del proceso se realiza antes de que se cumplan seis meses tras la entrada en vigor de la ETH anexa, el expediente se registrará por el procedimiento vigente antes de la fecha de publicación de esta resolución en el B.O.E., sin que exista un plazo de caducidad para la validación del «vehículo tipo».

En todo caso, las modificaciones que pudieran presentar las nuevas unidades respecto al considerado como «vehículo tipo», tendrán que validarse con la normativa vigente en el momento de la comunicación.

Para la definición de los ensayos de serie, en lo relativo a modificaciones se aplicará la normativa vigente en el momento de la comunicación, y para el resto del vehículo la normativa vigente en el momento de la autorización del «vehículo tipo».

2. Si la comunicación del inicio del proceso de validación se realiza con posterioridad a seis meses desde la entrada en vigor de la ETH anexa:

a) Se define como «antigüedad de la validación del vehículo tipo» el plazo transcurrido entre la fecha de autorización de puesta en servicio —o de circulación, en su caso— del vehículo considerado como «tipo» y la fecha de comunicación del inicio del procedimiento de validación de los nuevos vehículos «continuación de serie».

b) Si en el momento de la comunicación, la antigüedad de la validación del «vehículo tipo» es inferior a siete años:

i. Si estas nuevas unidades no presentan modificaciones respecto al «vehículo tipo», se considerará vigente la validación realizada en su día para dicho «vehículo tipo». Por tanto, para los nuevos vehículos «continuación de serie» únicamente habrá que justificar el cumplimiento de las prescripciones relativas al proceso de fabricación y de ensayos de serie.

Para la definición de los correspondientes ensayos de serie se empleará la normativa vigente en el momento de la autorización del «vehículo tipo».

ii. Si las nuevas unidades presentan modificaciones respecto al considerado como «vehículo tipo», tendrán que validarse con la ETH sólo en relación a los aspectos modificados. Adicionalmente habrá que justificar el cumplimiento de las prescripciones relativas al proceso de fabricación y de ensayos de serie.

Para la definición de los ensayos de serie se empleará la ETH en lo relativo a modificaciones, y la normativa vigente en el momento de la autorización del «vehículo tipo», para el resto del vehículo.

c) En el caso de que la antigüedad de la validación del vehículo tipo, en el momento de la comunicación, sea igual o superior a siete años, no se considerará vigente dicha validación del «vehículo tipo» para el proceso de continuación de serie. Será necesario, por tanto, validar completamente el nuevo vehículo de acuerdo con la ETH, independientemente de que el mismo presente, o no, modificaciones respecto al «vehículo tipo».

Séptimo. Salvo en aplicación de los casos transitorios establecidos en los epígrafes anteriores, a partir del momento de entrada en vigor de la ETH anexa, dejarán de considerarse aplicables a los procesos de validación de material rodante ferroviario de la clase «Coches», las normas e instrucciones recogidas en el apartado 2 de la disposición transitoria primera de la Orden FOM/233/2006.

Asimismo, dejará de ser aplicable el apartado 3 de la disposición transitoria primera de la Orden FOM/233/2006, para dichos procesos de validación, salvo en los casos transitorios reseñados en los puntos quinto y sexto de esta resolución, en los supuestos que les afecte.

Transitorio: La Orden FOM/233/2006 establece que la validación del cumplimiento por el material rodante de cada ETH deberá ser realizada por un organismo de certificación debidamente acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) conforme a las normas armonizadas de la serie EN 45000 (Certificación de Productos). Esto implica que las entidades interesadas no puedan iniciar, ante el citado ENAC, los pertinentes procedimientos de acreditación como tales organismos de certificación hasta que se haya publicado cada una de las respectivas ETH, y en la práctica supone que en la actualidad no puedan existir organismos de certificación encargados de validar el cumplimiento de la ETH anexa,

Por ello, esta Dirección General, con la finalidad de evitar que la expresada circunstancia pudiera provocar cualquier posible disfunción en el normal desenvolvimiento de los procedimientos de validación de material rodante ferroviario, y al amparo de las atribuciones otorgadas en la disposición adicional décima de la citada orden, ha resuelto permitir, de forma excepcional, durante el periodo de un año a partir del día siguiente al de publicación de esta resolución, que los siguientes organismos puedan validar el cumplimiento por el material rodante de la ETH anexa, siempre y cuando los mismos justifiquen que han iniciado el procedimiento de acreditación ante ENAC como organismos de certificación encargados de validar el cumplimiento de la citada ETH:

a) aquellos organismos que han venido efectuando dicha actividad en los procesos de validación tramitados de acuerdo con la Orden FOM/233/2006 para el material rodante objeto de la ETH anexa, previamente a su publicación, comprobando el cumplimiento de la normativa recogida en la disposición transitoria primera de la orden.

b) otros organismos que justifiquen adecuadamente su independencia y competencia. Esta cualificación podrá demostrarse acreditando experiencia en validación de componentes o vehículos ferroviarios para otras Administraciones públicas, fabricantes o redes diferentes de la Red Ferroviaria de Interés General, en el ámbito nacional o europeo.

Madrid, 10 de julio de 2009.—El Director General de Infraestructuras Ferroviarias, Luis de Santiago Pérez.

## ANEXO I

### Especificación Técnica de Homologación de Material Rodante Ferroviario: Coches

#### 1. Introducción

1.1 Ámbito de aplicación técnico.—Esta Especificación Técnica de Homologación (ETH) aplica al material rodante denominado como Material Remolcado de viajeros (Coches).

Según el artículo 3 de la Orden Ministerial FOM/233/2006, de 31 de enero, se entiende por Coches los vehículos ferroviarios sin tracción propia habilitados para el transporte de viajeros, así como los vehículos complementarios para su servicio.

Esta ETH forma parte de un conjunto de cinco ETH que abarcan las cinco clases de material rodante definidas en la citada Orden Ministerial, a saber, locomotoras, unidades autopropulsadas, coches, vagones y material rodante auxiliar, particularizando, en los casos en que procede, en función de distintos umbrales de velocidad. Asimismo, trata diferenciadamente, en los casos en que procede, los requisitos, las condiciones técnicas y las normas que han de afectar al material interoperable y al que no lo sea.

Las composiciones de vehículos permanentemente acoplados, o que se utilicen siempre en servicio como una unidad, se considerarán un solo vehículo.

El concepto Material Rodante empleado en esta ETH coincide con el de Subsistema Material Rodante, que se describe en el Anejo II de la Directiva Europea 2008/57/CE, siendo uno de los subsistemas constitutivos del Sistema Ferroviario (Infraestructura, Energía, Control-Mando y Señalización, Explotación y gestión de tráfico, Material rodante, Aplicaciones telemáticas).

Esta ETH indica las exigencias que deberá cumplir el material rodante que solicite operar en la red ferroviaria definida en el siguiente punto 1.2, según se establece en la Orden Ministerial FOM/233/2006.

El material rodante que cuente con todas las declaraciones CE de verificación necesarias, deberá cumplir lo estipulado en el Anexo B de esta ETH para circular por la Red Ferroviaria de Interés General.

1.2. **Ámbito de aplicación geográfico.**—Esta ETH es aplicable a las vías de la Red Ferroviaria de Interés General. Según el artículo 4 de la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario, la Red Ferroviaria de Interés General está integrada por las infraestructuras ferroviarias que resulten esenciales para garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio del Estado o cuya administración conjunta resulte necesaria para el correcto funcionamiento de tal sistema común de transporte, como las vinculadas a los itinerarios de tráfico internacional, las que enlacen las distintas comunidades autónomas y sus conexiones y accesos a los principales núcleos de población y de transporte o a instalaciones esenciales para la economía o la defensa nacional.

De acuerdo con lo establecido en la disposición transitoria quinta de la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, el material rodante que presta servicios en las líneas explotadas por los Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE) continuará rigiéndose por el régimen que actualmente le es de aplicación en tanto no se desarrolle un régimen específico para este material.

Del mismo modo, tampoco se incluye en el ámbito de aplicación de esta ETH la línea de ancho métrico Cercedilla-Cotos.

1.3. **Contenido de la presente ETH.**—De conformidad con el apartado 3 del artículo 5 de la Orden Ministerial FOM/233/2006, en esta ETH se desarrollan los siguientes contenidos:

- El ámbito al que se dirigen.
- Las exigencias de seguridad necesarias para la circulación.
- Los requisitos esenciales del material rodante y de sus interfaces con el resto del sistema ferroviario.
  - Los requerimientos funcionales y técnicos que debe cumplir el material rodante y sus interfaces, incluidos los parámetros de seguridad, las características técnicas que garanticen su fiabilidad y compatibilidad técnica, las condiciones exigibles de salubridad y para protección del medioambiente y, en su caso, los requisitos de interoperabilidad.
  - Las normas y pautas de mantenimiento precisas para conservar las características técnicas exigibles a lo largo de la vida útil del vehículo.
  - Los equipos o componentes característicos que, sujetos a la normativa específica que les sea de aplicación, garantizan por sí mismos el cumplimiento de alguno de los requisitos funcionales o técnicos exigidos al material rodante que integran.
  - Los procedimientos (módulos) de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso, de conformidad con lo dispuesto en la Decisión 768/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, relativa a los módulos correspondientes a las distintas fases de los procedimientos de evaluación de la conformidad y a las disposiciones referentes al sistema de colocación y utilización del marcado «CE» de conformidad, que van a utilizarse en las directivas de armonización técnica, cuya aplicación al ferrocarril se recoge en el Capítulo 6 de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad para el material ferroviario de alta velocidad y convencional.
  - La aplicación de la ETH al material rodante ferroviario nuevo y acondicionado.

## 2. *Definición y funciones del Subsistema Material Rodante*

2.1 **Descripción del Subsistema Material Rodante.**—Según se define en la Directiva Europea 2008/57/CE, el Subsistema Material Rodante incluirá lo siguiente:

La estructura, el sistema de mando y de control de todos los equipos del tren, de tracción y transformación de la energía, de frenado y de acoplamiento, los conjuntos de rodadura (bogies, ejes) y la suspensión, las puertas, las interfaces hombre / máquina (maquinista, personal de tren y viajeros, incluidas las necesidades de las personas con

movilidad reducida), los dispositivos de seguridad pasivos o activos, los dispositivos necesarios para la salud de los viajeros y del personal de tren.

No se incluyen los subsistemas de Infraestructura ni de Operación, ni el Control-Mando y Señalización, ni la parte fija del Subsistema Energía.

Tampoco se incluyen aspectos relativos al personal del tren (maquinistas u otros) ni a los pasajeros.

2.2 Funciones y aspectos del Subsistema Material Rodante.—Las funciones y aspectos incluidos en el ámbito del Subsistema Material Rodante son las siguientes:

- Transportar y proteger los pasajeros y el personal a bordo.
- Acelerar, mantener la velocidad, frenar y detener.
- Mantener informado al maquinista, proporcionar visión hacia adelante y permitir un control adecuado.
- Soportar y guiar el tren en la vía.
- Señalar (alertar de) la presencia del tren a otros.
- Ser capaz de operar (funcionar) con seguridad incluso en caso de incidentes.
- Respetar el entorno.
- Realizar el mantenimiento del subsistema material rodante.
- Ser capaz de funcionar en los sistemas de suministro de energía de tracción relevantes.

### 3. Requisitos esenciales

3.1 Introducción.—Con arreglo al apartado 1 del artículo 4 de la Directiva Europea 2008/57/CE, el sistema ferroviario de alta velocidad y convencional, los subsistemas y componentes de interoperabilidad, incluidas las interfaces, deberán cumplir los requisitos esenciales definidos en términos generales en el anexo III de la citada directiva.

3.2. Clasificación.—Dichos requisitos esenciales se ajustan a los órdenes siguientes:

- la seguridad,
- la fiabilidad y la disponibilidad,
- la salud,
- la protección del medio ambiente,
- la compatibilidad técnica.

De acuerdo con la Directiva Europea 2008/57/CE, los requisitos esenciales pueden aplicarse a todo el sistema ferroviario de alta velocidad y convencional con carácter general o de forma específica a cada equipo o componente característico.

3.3. Listado de requisitos.—Se muestra a continuación un listado de requisitos esenciales, basado en el Anexo III de la Directiva Europea 2008/57/CE. Para cada uno de ellos se enumeran los requisitos funcionales y técnicos de esta ETH cuyo cumplimiento satisface un determinado requisito esencial. Se incluyen únicamente los requisitos esenciales que son de aplicación al material rodante, respetando la numeración de la citada directiva.

#### 3.3.1 Requisitos generales.

##### 3.3.1.1 Seguridad.

Requisito esencial 1.1.1:

«El diseño, la construcción o la fabricación, el mantenimiento y la vigilancia de los componentes fundamentales para la seguridad y, en especial, de los elementos que intervienen en la circulación de los trenes, deben garantizar la seguridad en el nivel que corresponde a los objetivos fijados para la red, incluso en situaciones degradadas definidas.»

Este requisito esencial es de aplicación universal, y se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.1 Resistencia de la caja de los vehículos.

- 4.1.1.2 Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.
- 4.1.1.6 Lunas laterales de viajeros.
- 4.1.1.7 Otros cristales interiores.
- 4.1.2.2 Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.
- 4.1.2.4.1 Salidas de emergencia.
- 4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.
- 4.1.3.1 Cabinas de conducción. Configuración.
- 4.1.3.2 Cabinas de conducción. Inscripciones y rótulos.
- 4.1.5.1 Efecto aerodinámico del tren.
- 4.1.6 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.
- 4.2.1.1 Gálibo.
- 4.2.1.2.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.2.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.2.8 Vientos transversales.
- 4.2.1.3.1 Carga por eje.
- 4.2.1.3.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.3.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.
- 4.2.1.5.2 Cuerpos de eje.
- 4.2.1.5.4 Rodamientos.
- 4.2.1.5.5 Grasa.
- 4.2.1.5.6 Cuerpos de caja de grasa.
- 4.2.1.5.7 Conjuntos de rodadura de ancho variable.
- 4.2.2.1.2 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.
- 4.2.2.4 Ventilación de baterías.
- 4.2.3.4.1 Temperatura.
- 4.2.3.4.2 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes. Cajas de grasa.
- 4.2.3.4.3 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes. Equipo embarcado.
- 4.2.3.6 Dispositivo de vigilancia H. M.
- 4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.
- 4.2.3.8 Marcas de identificación del material rodante.
- 4.2.4.1 Equipos del puesto de conducción.
- 4.2.4.2 Ergonomía de la cabina.
- 4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.
- 4.2.5.1.2 Requerimientos del sistema de frenado.
- 4.2.5.1.5 Límites de adherencia en frenado.
- 4.2.5.1.6 Sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados.
- 4.2.5.2.2 Prestaciones del freno de estacionamiento.
- 4.2.5.2.3 Comportamiento térmico de los frenos.
- 4.2.7 Condiciones ambientales.
- 4.4.1 Documentación de mantenimiento.
- 4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.

Requisito esencial 1.1.2:

«Los parámetros del contacto rueda-carril deben cumplir los criterios de estabilidad de rodadura necesarios para garantizar una circulación totalmente segura a la velocidad máxima autorizada.»

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.1.2.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.2.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.2.3 Sistema de detección de inestabilidad.
- 4.2.1.2.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.

- 4.2.1.2.7 Franqueo de alabeos de vía.
- 4.2.1.3.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.4 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.
- 4.2.1.5.1 Ejes montados.
- 4.2.1.5.3 Ruedas.
- 4.2.3.5 Accionamiento de pedales y contadores de ejes.

#### Requisito esencial 1.1.3:

«Los componentes utilizados deben resistir los esfuerzos normales o excepcionales especificados durante su período de servicio. Aplicando los medios adecuados deben limitarse las repercusiones de sus fallos fortuitos en la seguridad.»

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.1 Resistencia de la caja de los vehículos.
- 4.1.1.2 Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.
- 4.1.1.3 Abrazaderas de seguridad.
- 4.2.1.2.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.2.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.2.8 Vientos transversales.
- 4.2.1.3.1 Carga por eje.
- 4.2.1.3.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.3.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.
- 4.2.1.5.2 Cuerpos de eje.
- 4.2.1.5.3 Ruedas.
- 4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.
- 4.2.6.1.2 Dispositivos de choque y tracción internos al tren.
- 4.2.7 Condiciones ambientales.

#### Requisito esencial 1.1.4:

«En el diseño de las instalaciones fijas y del material rodante, así como en la elección de los materiales utilizados, hay que tener en cuenta el objetivo de limitar la generación, propagación y efectos del fuego y el humo en caso de incendio.»

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.5 Seguridad contra incendios.

#### Requisito esencial 1.1.5:

«Los dispositivos destinados a ser manipulados por los usuarios deben diseñarse de modo que no pongan en peligro la seguridad de éstos en caso de una utilización que, aunque no sea previsible, no se ajuste a las indicaciones de los carteles informativos.»

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.4 Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.
- 4.1.2.5 Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.
- 4.2.2.3 Línea de tren.

#### 3.3.1.2 Fiabilidad y disponibilidad.

#### Requisito esencial 1.2:

«La vigilancia y el mantenimiento de los elementos fijos y móviles que intervienen en la circulación de los trenes deben organizarse, llevarse a cabo y cuantificarse de manera que quede asegurado su funcionamiento en las condiciones previstas.»

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.6 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.
- 4.2.1.2.3 Sistema de detección de inestabilidad.
- 4.2.5.1.1 Principio general de frenos de aire comprimido.
- 4.2.5.1.3 Características mínimas de frenado.
- 4.2.5.1.4 Distancia de parada con freno de urgencia.
- 4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.
- 4.2.6.1.1 Enganches extremos.
- 4.2.6.2.1 Socorro del tren. Procedimiento de operación.
- 4.2.6.2.2 Socorro del tren. Acoplamientos y freno.
- 4.2.6.2.3 Socorro del tren. Levante.

#### 3.3.1.3 Salud.

Requisito esencial 1.3.1:

«En los trenes no deben utilizarse materiales que por su modo de utilización puedan constituir un riesgo para la salud.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.3.4 Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.

Requisito esencial 1.3.2:

«En la elección, instalación y utilización del material rodante debe tenerse en cuenta el objetivo de limitar la emisión de humos o gases nocivos y peligrosos, especialmente en caso de incendio.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.5 Seguridad contra incendios.
- 4.2.2.4 Ventilación de baterías.

#### 3.3.1.4. Protección del medio ambiente.

Requisito esencial 1.4.1:

«En la concepción de los vehículos ferroviarios que vayan a circular por la Red Ferroviaria de Interés General se deben evaluar y tener en cuenta las repercusiones de su implantación y explotación sobre el medio ambiente, de conformidad con la normativa vigente.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.
- 4.1.5.2 Avisadores acústicos.
- 4.2.1.2.8 Vientos transversales.
- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.
- 4.3.1 Ruido.
- 4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.
- 4.3.4 Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.
- 4.3.5 Depósitos que contengan líquidos inflamables.
- 4.3.6 Exigencias para la protección del medio ambiente.

Requisito esencial 1.4.2:

«Los materiales utilizados en los vehículos ferroviarios deben evitar la emisión de humos o gases nocivos y peligrosos para el medio ambiente, especialmente en caso de incendio.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.5 Seguridad contra incendios.

Requisito esencial 1.4.3:

«El material rodante y los sistemas de alimentación de energía deben concebirse y fabricarse de modo que sean compatibles desde el punto de vista electromagnético con las instalaciones, los equipos y las redes públicas o privadas con las que pudieran interferir.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.3.2.2 Compatibilidad con los circuitos de vía. Corrientes armónicas.
- 4.2.3.3.1 Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria.

Corrientes psfométricas.

- 4.2.3.5 Accionamiento de pedales y contadores de ejes.

Requisito esencial 1.4.4:

«La explotación de la Red Ferroviaria de Interés General debe ajustarse a los niveles reglamentarios en materia de contaminación acústica.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.3.1 Ruido.

Requisito esencial 1.4.5:

«La explotación de la Red Ferroviaria de Interés General no debe generar vibraciones en el suelo inadmisibles para las actividades y el entorno próximos a la infraestructura y en estado normal de mantenimiento.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.3.1 Ruido.

3.3.1.5 Compatibilidad técnica.

Requisito esencial 1.5:

«Las características técnicas de las infraestructuras y de las instalaciones fijas deben ser compatibles con las de los trenes que vayan a circular por la Red Ferroviaria de Interés General.».

En caso de que, en algunas partes de la red, resulte difícil ajustarse a dichas características, podrían aplicarse soluciones temporales que garanticen la compatibilidad futura.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.4 Variaciones de presión en túneles.
- 4.1.5.1 Efecto aerodinámico del tren.
- 4.2.1.1 Gálibo.
- 4.2.1.2.9 Cruce en túneles.
- 4.2.1.3.2 Esfuerzos verticales estáticos.
- 4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.
- 4.2.2.1.3 Inmunidad del suministro de corriente alterna a componente de continua.
- 4.2.2.1.4 Paso de secciones de separación de fase.

- 4.2.2.1.5 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.
- 4.2.2.1.6 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
- 4.2.2.1.7 Sobretensiones generadas por el material rodante.
- 4.2.3.2.2 Compatibilidad con los circuitos de vía. Corrientes armónicas.

3.3.2 Requisitos específicos de cada subsistema.

3.3.2.1 Infraestructuras.

Requisito esencial 2.1.1:

No aplica.

3.3.2.2 Energía.

Requisito esencial 2.2.1:

No aplica.

Requisito esencial 2.2.2:

No aplica.

Requisito esencial 2.2.3:

No aplica.

3.3.2.3 Control-mando y señalización.

Requisito esencial 2.3.1:

No aplica.

Requisito esencial 2.3.2:

Compatibilidad técnica.

«Todo nuevo material rodante construido o desarrollado después de la adopción de sistemas de control-mando y señalización compatibles deberá estar adaptado a la utilización de dichos sistemas.

Los equipos de control-mando y de señalización instalados en los puestos de conducción de los trenes deberán permitir una explotación normal, en las condiciones especificadas, en la Red Ferroviaria de Interés General.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.4.1 Equipos del puesto de conducción.
- 4.2.4.2 Ergonomía de la cabina.

3.3.2.4 Material rodante.

Requisito esencial 2.4.1:

Seguridad.

2.4.1.1 «Las estructuras del material rodante y de las conexiones entre vehículos deben estar diseñadas de manera que protejan los espacios en que se hallen los viajeros y los puestos de conducción en caso de colisión o descarrilamiento.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.1 Resistencia de la caja de los vehículos.
- 4.1.1.2 Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.
- 4.1.2.5 Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.
- 4.2.2.3 Línea de tren.

2.4.1.2. «Los equipos eléctricos no deben poner en peligro la seguridad del funcionamiento de las instalaciones de control-mando y señalización.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.3.3.1 Compatibilidad con los Instalaciones de telecomunicación ferroviaria. Corrientes psfométricas.

- 4.3.2. Condiciones medioambientales. Perturbaciones electromagnéticas.

2.4.1.3 «Las técnicas de frenado y los esfuerzos ejercidos deben ser compatibles con el diseño de las vías, las obras de ingeniería y los sistemas de señalización.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.1.3.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.
- 4.2.5.1.3 Características mínimas de frenado.
- 4.2.5.1.4 Distancia de parada con freno de urgencia.
- 4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.
- 4.2.5.2.2 Prestaciones del freno de estacionamiento.

2.4.1.4 «Deben tomarse medidas en materia de acceso a los componentes bajo tensión eléctrica para que no peligre la seguridad de las personas.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.4 Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.
- 4.2.2.3 Línea de tren.

2.4.1.5 «Deben existir dispositivos que, en caso de peligro, permitan a los pasajeros advertir al conductor y al personal del tren y ponerse en contacto con el mismo.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.2.3 Viajeros y tripulación. Aparatos de alarma.

2.4.1.6 «Las puertas de acceso deben estar dotadas de un sistema de cierre y apertura que garantice la seguridad de los viajeros.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.2.1 Viajeros y tripulación. Puertas exteriores de acceso.
- 4.1.2.4.1 Viajeros y tripulación. Salidas de emergencia.

2.4.1.7. «Deben existir salidas de emergencia y éstas deben estar señalizadas.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.2.4.1. Viajeros y tripulación. Salidas de emergencia.

2.4.1.8 «Deberán tomarse disposiciones apropiadas para tener en cuenta las condiciones especiales de seguridad en los túneles de gran longitud.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.1.4 Variaciones de presión en túneles.
- 4.1.2.3 Viajeros y tripulación. Aparatos de alarma.
- 4.2.1.2.9 Cruce en túneles.

2.4.1.9 «A bordo de los trenes deberá existir un sistema de iluminación de emergencia con intensidad y autonomía suficientes.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.

2.4.1.10 «Los trenes deben llevar un sistema de sonorización que permita que el personal de tren y el personal de control en tierra puedan dirigir mensajes a los viajeros.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.3.3.2 Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria. Sistema de megafonía.

Requisito esencial 2.4.2:

Fiabilidad y disponibilidad.

«El diseño de los equipos vitales, de rodadura, tracción y frenado, así como de control-mando, debe permitir, en una situación degradada definida, la continuación del trayecto sin consecuencias nefastas para los equipos que sigan funcionando.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.
- 4.2.2.1.3 Inmunidad del suministro de corriente alterna a componente de continua.
  - 4.2.5.1.1 Principio general de frenos de aire comprimido.
  - 4.2.5.1.3 Características mínimas de frenado.
  - 4.2.5.1.4 Distancia de parada con freno de urgencia.
  - 4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.
  - 4.2.5.1.8 Dispositivo automático de recuperación del juego.
  - 4.2.5.2.1 Prestaciones del freno de servicio.
- 4.2.6.1.1 Enganches extremos.
- 4.2.6.2.1 Socorro del tren. Procedimiento de operación.
- 4.2.6.2.2 Socorro del tren. Acoplamientos y freno.
- 4.2.6.2.3 Socorro del tren. Levante.
- 4.2.7. Condiciones ambientales.

Requisito esencial 2.4.3:

Compatibilidad técnica.

2.4.3.1 «Los equipos eléctricos deben ser compatibles con el funcionamiento de las instalaciones de control-mando y señalización.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
  - 4.2.3.3.1 Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria. Corrientes psfométricas.
- 4.3.2 Condiciones medioambientales. Perturbaciones electromagnéticas.

2.4.3.2 «En caso de tracción eléctrica, las características de los dispositivos de captación de corriente deberán permitir la circulación de los trenes con los sistemas de alimentación de energía de la Red Ferroviaria de Interés General.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.

- 4.2.2.1.4 Paso de secciones de separación de fase.
- 4.2.2.1.6 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
- 4.2.3.1 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.

2.4.3.3 «Las características del material rodante deberán permitirle circular en todas las líneas en que esté prevista su explotación.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.1.5.1 Efecto aerodinámico del tren.
- 4.2.1.1 Gálibo.
- 4.2.1.2.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.
- 4.2.1.2.5 Circulación por curvas/contracurvas.
- 4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.
- 4.2.1.2.7 Franqueo de alabeos de vía.
- 4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.
- 4.2.2.1.6 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
- 4.2.3.2.1 Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.
- 4.3.1 Ruido.
- 4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.

Requisito esencial 2.4.4:

Control.

No aplica.

3.3.2.5 Mantenimiento.

Requisito esencial 2.5.1:

Salud y seguridad

«Las instalaciones técnicas y los procedimientos utilizados en los centros de mantenimiento deben garantizar una explotación segura del material rodante y no constituir una amenaza para la salud y la seguridad.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.4.1 Documentación de mantenimiento.
- 4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.

Requisito esencial 2.5.2:

Protección del medioambiente.

«Las instalaciones técnicas y los procedimientos utilizados en los centros de mantenimiento no deben rebasar los niveles de nocividad admisibles para el medio circundante.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.4.1 Documentación de mantenimiento.
- 4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.

Requisito esencial 2.5.3:

Compatibilidad técnica.

«Las instalaciones de mantenimiento en que se trate el material rodante deberán permitir que se lleven a cabo las operaciones de seguridad, higiene y comodidad en todos los materiales para los que hayan sido diseñadas.».

Este requisito esencial se considera satisfecho cuando se cumplen los requisitos funcionales y técnicos de los siguientes apartados:

- 4.4.1 Documentación de mantenimiento.
- 4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.

3.3.2.6 Explotación y gestión del tráfico.

Requisito esencial 2.6.1:

No aplica.

Requisito esencial 2.6.2:

No aplica.

Requisito esencial 2.6.3:

No aplica.

#### 3.4 Relación de requisitos funcionales y técnicos con requisitos esenciales

Requisitos funcionales y técnicos	Apartado	Requisitos esenciales de la Directiva Europea 2008/57/CE				
		Seguridad y Salud	Fiabilidad y Disponibilidad	Medio Ambiente	Compatibilidad Técnica	Control
Resistencia de la caja de los vehículos.	4.1.1.1	1.1.1, 1.1.3, 2.4.1.1				
Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.	4.1.1.2	1.1.1, 1.1.3, 2.4.1.1				
Abrazaderas de seguridad.	4.1.1.3	1.1.3				
Variaciones de presión en túneles.	4.1.1.4	2.4.1.8			1.5	
Seguridad contra incendios.	4.1.1.5	1.1.4, 1.3.2		1.4.2		
Lunas laterales de viajeros.	4.1.1.6	1.1.1				
Otros cristales interiores.	4.1.1.7	1.1.1				
Puertas exteriores de acceso.	4.1.2.1	2.4.1.6				
Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.	4.1.2.2	1.1.1				
Aparatos de alarma.	4.1.2.3	2.4.1.5, 2.4.1.8				
Salidas de emergencia.	4.1.2.4.1	1.1.1, 2.4.1.6, 2.4.1.7				
Iluminación de emergencia.	4.1.2.4.2	1.1.1, 2.4.1.9		1.4.1		
Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.	4.1.2.5	1.1.5, 2.4.1.1				
Configuración.	4.1.3.1	1.1.1				
Inscripciones y rótulos.	4.1.3.2	1.1.1				
Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.	4.1.4	1.1.5, 2.4.1.4				
Efecto aerodinámico del tren.	4.1.5.1	1.1.1			1.5, 2.4.3.3	
Avisadores acústicos.	4.1.5.2			1.4.1		
Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.	4.1.6	1.1.1	1.2			
Gálibo.	4.2.1.1	1.1.1			1.5, 2.4.3.3	
Comportamiento dinámico del material.	4.2.1.2.1	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.	4.2.1.2.2	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Sistema de detección de inestabilidad.	4.2.1.2.3	1.1.2	1.2			
Aptitud para circular por curvas de radio reducido.	4.2.1.2.4	1.1.2			2.4.3.3	

Requisitos funcionales y técnicos	Apartado	Requisitos esenciales de la Directiva Europea 2008/57/CE				
		Seguridad y Salud	Fiabilidad y Disponibilidad	Medio Ambiente	Compatibilidad Técnica	Control
Circulación por curvas/contracurvas.	4.2.1.2.5				2.4.3.3	
Características geométricas de los ejes montados.	4.2.1.2.6		2.4.2		2.4.3.3	
Franqueo de alabeos de vía.	4.2.1.2.7	1.1.2			2.4.3.3	
Vientos transversales.	4.2.1.2.8	1.1.1, 1.1.3		1.4.1		
Cruce en túneles.	4.2.1.2.9	2.4.1.8			1.5	
Carga por eje.	4.2.1.3.1	1.1.1, 1.1.3				
Esfuerzos verticales estáticos.	4.2.1.3.2				1.5	
Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	4.2.1.3.3	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Fuerzas longitudinales sobre la vía.	4.2.1.3.4	1.1.1, 1.1.3, 2.4.1.3				
Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	4.2.1.4	1.1.2				
Ejes montados.	4.2.1.5.1	1.1.2				
Cuerpos de eje.	4.2.1.5.2	1.1.1, 1.1.3				
Ruedas.	4.2.1.5.3	1.1.2, 1.1.3				
Rodamientos.	4.2.1.5.4	1.1.1				
Grasa.	4.2.1.5.5	1.1.1				
Cuerpos de caja de grasa.	4.2.1.5.6	1.1.1				
Conjuntos de rodadura de ancho variable.	4.2.1.5.7	1.1.1				
Funcionamiento normal.	4.2.2.1.1				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	4.2.2.1.2	1.1.1				
Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	4.2.2.1.3		2.4.2		1.5	
Paso de secciones de separación de fase.	4.2.2.1.4				1.5, 2.4.3.2	
Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.	4.2.2.1.5					
Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.	4.2.2.1.6				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Sobretensiones generadas por el material rodante.	4.2.2.1.7				1.5	
Línea de tren.	4.2.2.3	1.1.5, 2.4.1.1, 2.4.1.4				
Ventilación de baterías.	4.2.2.4	1.1.1, 1.3.2				
Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.	4.2.3.1	2.4.1.2		1.4.1, 1.4.3	2.3.2, 2.4.3.1	
Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	4.2.3.2.1				2.4.3.3	
Corrientes armónicas.	4.2.3.2.2			1.4.3	1.5	
Corrientes psfométricas.	4.2.3.3.1	2.4.1.2		1.4.3	2.4.3.1	
Sistema de megafonía.	4.2.3.3.2	2.4.1.10				
Temperatura.	4.2.3.4.1	1.1.1				
Cajas de grasa.	4.2.3.4.2	1.1.1				
Equipo embarcado.	4.2.3.4.3	1.1.1				
Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	4.2.3.5	1.1.2		1.4.3		
Dispositivo de vigilancia H. M.	4.2.3.6	1.1.1				
Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	4.2.3.7	1.1.1		1.4.1		
Marcas de identificación del material rodante.	4.2.3.8	1.1.1				
Equipos del puesto de conducción.	4.2.4.1	1.1.1			2.3.2	

Requisitos funcionales y técnicos	Apartado	Requisitos esenciales de la Directiva Europea 2008/57/CE				
		Seguridad y Salud	Fiabilidad y Disponibilidad	Medio Ambiente	Compatibilidad Técnica	Control
Ergonomía de la cabina.	4.2.4.2	1.1.1			2.3.2	
Visibilidad y protección del personal de la cabina.	4.2.4.3	1.1.1				
Principio general de frenos de aire comprimido.	4.2.5.1.1		1.2, 2.4.2			
Requerimientos del sistema de frenado.	4.2.5.1.2	1.1.1				
Características mínimas de frenado.	4.2.5.1.3	2.4.1.3	1.2, 2.4.2			
Distancia de parada con freno de urgencia.	4.2.5.1.4	2.4.1.3	1.2, 2.4.2			
Límites de adherencia en frenado.	4.2.5.1.5	1.1.1				
Sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados.	4.2.5.1.6	1.1.1				
Frenos electromagnéticos de fricción y frenos de corriente de Foucault.	4.2.5.1.7	1.1.3, 2.4.1.3	1.2, 2.4.2			
Dispositivo automático de recuperación del juego.	4.2.5.1.8		2.4.2			
Prestaciones del freno de servicio.	4.2.5.2.1		2.4.2			
Prestaciones del freno de estacionamiento.	4.2.5.2.2	1.1.1, 2.4.1.3				
Comportamiento térmico de los frenos.	4.2.5.2.3	1.1.1				
Enganches extremos.	4.2.6.1.1		1.2, 2.4.2			
Dispositivos de choque y tracción internos al tren.	4.2.6.1.2	1.1.3				
Procedimiento de operación.	4.2.6.2.1		1.2, 2.4.2			
Acoplamientos y freno.	4.2.6.2.2		1.2, 2.4.2			
Levante.	4.2.6.2.3		1.2, 2.4.2			
Condiciones ambientales.	4.2.7	1.1.1, 1.1.3	2.4.2			
Ruido.	4.3.1			1.4.1, 1.4.4, 1.4.5	2.4.3.3	
Perturbaciones electromagnéticas.	4.3.2	2.4.1.2			2.4.3.1	
Emisiones de gases y vertidos.	4.3.3			1.4.1	2.4.3.3	
Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.	4.3.4	1.3.1		1.4.1		
Depósitos que contengan líquidos inflamables.	4.3.5			1.4.1		
Exigencias para la protección del medio ambiente.	4.3.6			1.4.1		
Documentación de mantenimiento.	4.4.1	1.1.1, 2.5.1		2.5.2	2.5.3	
Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.	4.4.2	1.1.1, 2.5.1		2.5.2	2.5.3	

3.5 Verificación.—La verificación del cumplimiento de los requisitos esenciales por parte del material rodante y de sus componentes se realizará de acuerdo con lo dispuesto en la Orden Ministerial FOM/233/2006, y en la presente ETH.

#### 4. Requisitos funcionales y técnicos

El material rodante se caracteriza por los requerimientos funcionales y técnicos que deben cumplir el material rodante y sus interfaces, incluidos:

- los parámetros de seguridad,
- las características técnicas que garanticen su fiabilidad y compatibilidad técnica,
- las condiciones exigibles de salubridad y para protección del medioambiente,
- en su caso, los requisitos de interoperabilidad,
- las normas y pautas de mantenimiento precisas para conservar las características técnicas exigibles a lo largo de la vida útil del vehículo.

Los requisitos comunes del material rodante se definen en el capítulo 4 de la presente ETH.

##### 4.1 Exigencias de seguridad.

##### 4.1.1 Seguridad de las personas en el material rodante y en accesos al mismo.

4.1.1.1 Resistencia de la caja de los vehículos.—La resistencia estática de las cajas de los vehículos será conforme a la norma UNE-EN 12663, complementada por la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad para los vehículos de alta velocidad.

El ensayo de tipo a la estructura de caja del vehículo se realizará siguiendo las prescripciones de la norma UNE-EN 12663.

Se realizará un control de la fabricación del bastidor de caja mediante las siguientes verificaciones:

- Comprobar las soldaduras, según norma UNE-EN 15085-5 (inspección visual y por métodos de ensayo no destructivos).
- Realizar una verificación dimensional del bastidor.

Estas verificaciones serán realizadas por el fabricante, y serán supervisadas por el Organismo de Certificación en un determinado porcentaje; el alcance de este muestreo del control de fabricación será definido por el Organismo de Certificación en base al sistema de calidad y de fabricación implantado. Adicionalmente, y para aquellas verificaciones no supervisadas por el Organismo de Certificación, éste realizará una revisión de la documentación que avale la realización, por parte del fabricante, de las verificaciones anteriormente indicadas.

4.1.1.2 Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.—La seguridad pasiva del material rodante será conforme a:

- la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad para el material rodante remolcado de transporte de viajeros de alta velocidad.
- la norma UNE-EN 15227 para el material rodante remolcado de transporte de viajeros convencional.

Se permitirán correcciones de velocidad en el escenario 3 (apartados A.1.2.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad y 5 de la norma UNE-EN 15227), a una velocidad inferior en 50 km/h de la velocidad máxima, y con deceleración mayor de 1 m/s<sup>2</sup>, según el anejo A.2.3 de la norma UNE-EN 15227, con un obstáculo de características definidas en el anejo C.3 de la citada norma.

Los ensayos de validación de componentes necesarios para el análisis de diseño se efectuarán a vehículo completo conforme a:

- el anexo A de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad para el material rodante remolcado de transporte de viajeros de alta velocidad.
- el anexo A de la norma UNE-EN 15227 para el material rodante remolcado de transporte de viajeros convencional.

4.1.1.3 Abrazaderas de seguridad.—Las fijaciones de los equipos bajo bastidor deberán estar dimensionadas para soportar las cargas de prueba y servicio definidas en la norma UNE-EN 12663, con objeto de garantizar que no existe riesgo de caída a la vía de estos elementos.

De forma adicional, elementos críticos que sean susceptibles de desprenderse a la vía o que estén sometidos a fuertes aceleraciones o vibraciones, podrán contar con sistema de seguridad adicional que impida la caída de los mismos a la vía. En caso de no contar con el mismo, se justificará debidamente por el fabricante.

4.1.1.4 Variaciones de presión en túneles.—Las variaciones de presión generadas por el material remolcado de viajeros de velocidad máxima superior a 190 km/h respetarán la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.

Los ensayos de tipo se realizarán a vehículo completo conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.1.1.5 Seguridad contra incendios.—Se cumplirá lo establecido al respecto en la ETI de Seguridad en Túneles.

El material remolcado de alta velocidad cumplirá además lo establecido al respecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El Constructor realizará un Plan de Seguridad contra Incendios que desarrollará, donde sean aplicables en función del tipo de material rodante y servicio previsto, los siguientes puntos:

1. Prevención:
  - a. Comportamiento de componentes y materiales ante el fuego.
  - b. Sistemas de detección de incendio a bordo.
  - c. Medidas generales de diseño del material rodante.
  - d. Conceptos de supervisión y diagnóstico.
2. Mitigación:
  - a. Medios de comunicación en el material rodante (entre viajeros, tripulación, y cabina).
  - b. Medidas adicionales para mejorar la capacidad de circular.
  - c. Sistema de alarma de viajeros.
  - d. Barreras cortafuegos en el material rodante, divisiones y cavidades.
  - e. Sistema de iluminación de emergencia en el material rodante.
  - f. Apagado de ventilación forzada en el material rodante.
  - g. Sistemas de extinción.
3. Evacuación y rescate:

a. Salidas de emergencia para viajeros.—Este Plan deberá ser aprobado por el Operador. Una vez aprobado por éste, lo presentará, junto con su Plan de actuación, evacuación y rescate, a la aprobación de la Autoridad Ferroviaria.

Los materiales de interiorismo cumplirán, en lo referente a la reacción al fuego con lo especificado en el apartado 7.3.2.23 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, y con la NF F 16-101 en lo referente a la opacidad y toxicidad de los humos generados.

Los cables cumplirán con lo especificado en la norma EN 50355, con los niveles máximos de riesgo con carácter general, y en la norma NF F 16-101 en lo no contemplado por aquella.

Los requisitos para los materiales de interiorismo y los cables también podrán satisfacerse, previa justificación del Operador, cumpliendo alguna de las normas recogidas en el apartado 7.1.7 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, no admitiéndose combinaciones de dichas normas.

Para los materiales de interiorismo que, por sus pequeñas dimensiones, masa o nivel de agrupamiento, no permitan su clasificación según la norma UNE 23727, se aplicarán las normas UNE-EN ISO 4589-1 y UNE-EN ISO 4589-2, respetando un índice de oxígeno  $IO \geq 32$ .

No será necesario efectuar los ensayos de fuego en los materiales de interiorismo cuyo conjunto tenga una masa global inferior a 100 g. Los materiales se considerarán como un conjunto si su ubicación es tal que se encuentran dentro de un espacio cúbico de 200 mm de lado.

Ningún extintor estará situado a más de 15 m de distancia de cualquier viajero o tripulante. Los extintores serán conformes a lo establecido en el apartado 4.2.7.2.3.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En lo referente a criterios generales en el diseño del material rodante, tales como particiones, capacidad para la circulación por túneles de gran longitud y sistemas de evacuación, extinción y alarmas, se cumplirán la ETI de Seguridad en Túneles y las fichas UIC 642 y UIC 564-2, según sean de aplicación para el tipo de material rodante considerado.

La metodología de ensayos de tipo será:

– Materiales de interiorismo: Normas UNE 23727 (para reacción al fuego) y NF F 16-101 (para la emisión de humos y gases).

Para los materiales de interiorismo de reducidas dimensiones: Normas UNE-EN ISO 4589-1 y UNE-EN ISO 4589-2.

- Elementos de compartimentación: Norma UNE-EN 1363-1.
- Cables: Normas EN 50355 y NF F 16-101.
- Butaca completa: Ficha UIC 564-2, Anexo 13.

Se realizarán los ensayos de tipo a cada elemento, de acuerdo a la normativa aplicable en cada caso, por laboratorios acreditados oficialmente por las entidades nacionales de acreditación firmantes de acuerdos multilaterales.

En el ensayo de serie se comprobará la correcta colocación tanto de los extintores portátiles como de los medios necesarios para la evacuación, así como el correcto funcionamiento de los sistemas de extinción y alarmas de incendio integrados a bordo, si dispone de ellos.

4.1.1.6 Lunas laterales de viajeros.–Las lunas laterales de las salas de viajeros que no sean de emergencia deberán reunir las exigencias del anexo K.

Las lunas laterales de emergencia de las salas de viajeros deberán reunir las exigencias recogidas en los siguientes anexos de la norma E/ECE/324 (Regulation No. 43):

Ensayos	Anexos norma E/ECE/324 R43
Visibilidad.	A3 (apartados 9.2 y 9.3).
Resistencia mecánica.	A5 (apartados 2 y 3.1).

En casos justificados, y según las características de las líneas por las que vaya a circular el material rodante, se admitirá que las lunas laterales de las salas de viajeros que no sean de emergencia cumplan las exigencias recogidas en los siguientes anexos de la norma E/ECE/324 (Regulation No. 43):

Ensayos	Anexos norma E/ECE/324 R43
Visibilidad.	A3 (apartados 9.2 y 9.3).
Resistencia mecánica.	A5 (apartado 2), A6 (apartado 4.2).

Para las lunas laterales que no sean de emergencia, se realizarán los ensayos de tipo especificados en el anexo K.

Las características de visibilidad del anexo A3 (apartados 9.2 y 9.3) se comprobarán en fase tipo, en cada tipo de vidrio.

El ensayo de impacto para lunas laterales de emergencia se realizará en fase tipo de conformidad con el anexo A5 (apartados 2 y 3.1) de la norma E/ECE/324 (Regulation N.º 43).

En casos justificados, y según las características de las líneas por las que vaya a circular el material rodante, se realizarán los ensayos de tipo especificados en los anexos A5 (apartado 2) y A6 (apartado 4.2) de la norma E/ECE/324 (Regulation N.º 43).

4.1.1.7 Otros cristales interiores.–Todos los cristales interiores no contemplados en otros apartados de esta ETH deberán respetar los requisitos de las fichas UIC 564-1 y 651.

#### 4.1.2 Viajeros y tripulación.

4.1.2.1 Puertas exteriores de acceso.–La localización de las puertas exteriores de acceso será compatible con la longitud de los andenes de las estaciones, según la Declaración sobre la Red.

Las puertas exteriores de acceso para uso de viajeros serán conforme a la norma UNE-EN 14752 y el Real Decreto 1544/2007, salvo en aquellos apartados en los que la ETI de Personas de Movilidad Reducida sea más exigente, en los que se aplicará esta última. Para el material remolcado de alta velocidad, se cumplirá además lo establecido al respecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Los estribos y pasamanos y su disposición serán conformes a la ETI de Personas de Movilidad Reducida y la norma UNE-EN 14752.

Para el caso específico de las puertas exteriores de furgones y carga de vituallas, no será de aplicación lo establecido para estribos y pasamanos.

Cada puerta exterior de acceso dispondrá de un dispositivo que permita su apertura en emergencia, a cualquier velocidad. Este dispositivo, que será independiente de cualquier señal de velocidad, cumplirá lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Los coches de viajeros permitirán la utilización de un dispositivo de aviso de puertas cerradas en la cabina de conducción de la locomotora que los remolque, mediante la línea de información UIC (ficha UIC 558).

En coches con cabina de conducción, si el diseño de la zona exterior de la cabina así lo exige, los estribos de acceso podrán no estar en el mismo plano vertical de la puerta de acceso a la cabina.

La metodología del ensayo de tipo será conforme a los protocolos del fabricante, que incluirán, como mínimo, una verificación funcional del diseño, prueba en banco y en implantación en el vehículo, conforme al anexo E de la norma UNE-EN 14752.

En el ensayo de serie se comprobará el correcto funcionamiento de los lazos de seguridad, la funcionalidad del mando de puertas (permisivos, órdenes de apertura y cierre desde cabina/puesto de supervisión, incluyendo la rampa de PMR's, etc.), y la diagnosis en caso de avería, condena etc., también desde cabina/puesto de supervisión.

4.1.2.2 Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.—Las puertas interiores para uso de viajeros serán conforme al Real Decreto 1544/2007, salvo en aquellos apartados en los que la ETI de Personas de Movilidad Reducida sea más exigente, en los que se aplicará esta última.

Además, las puertas interiores y de intercomunicación entre coches serán conforme a la ficha UIC 560 y 561.

Las puertas para uso exclusivo del personal de servicio deberán incorporar un dispositivo que permita al personal de conducción o a la tripulación bloquearlas.

La metodología del ensayo de tipo será conforme a los protocolos del fabricante, que incluirán, como mínimo, una verificación funcional del diseño, prueba en banco y en implantación en el vehículo.

4.1.2.3 Aparatos de alarma.—El material remolcado de viajeros estará equipado con aparatos de alarma utilizables en caso de peligro conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad y la ETI de Seguridad en Túneles.

Los coches de viajeros dispondrán de un dispositivo compatible con la locomotora que los vaya a remolcar, que permitirá al maquinista anular el frenado de emergencia provocado por el accionamiento de la alarma de viajeros y establecer una comunicación entre los viajeros y el maquinista, como por ejemplo, el sistema SAFI conforme a la ficha UIC 541-5.

La metodología de ensayos de tipo y de serie se realizará a vehículo completo conforme a los protocolos del constructor del material rodante, que incluirá una verificación funcional del diseño.

4.1.2.4 Situaciones de emergencia.

4.1.2.4.1 Salidas de emergencia.—Los coches dispondrán de salidas de emergencia debidamente señalizadas, conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Quedan excluidas las salidas de emergencia de las cabinas de conducción, que se regirán por el apartado 4.1.3.1.

4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.—El alumbrado de emergencia de los coches será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Se colocarán elementos fotoluminiscentes en las rutas de evacuación y las salidas de emergencia que permitan una evacuación segura y eficaz de los pasajeros y tripulación. La señalización de los elementos de seguridad y dispositivos de emergencia, tales como extintores, etc. también será fotoluminiscente.

Los materiales utilizados en los elementos fotoluminiscentes cumplirán las normas UNE 23035-1 y UNE 23035-2.

Para los ensayos de tipo a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

– Para la iluminación de emergencia, las medidas de iluminancia se harán conforme al apartado 6 de la norma UNE-EN 13272.

– Se comprobará que la disposición de los elementos fotoluminiscentes permite identificar las rutas de evacuación, los elementos de seguridad y los dispositivos de emergencia.

En el ensayo de serie, se comprobará que la disposición de los elementos fotoluminiscentes permite identificar las rutas de evacuación, los elementos de seguridad y los dispositivos de emergencia. Además, se verificará que los pictogramas correspondientes se encuentran ubicados correctamente.

#### 4.1.2.5 Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida

Se respetará lo establecido en la ficha UIC 565-3 y en el Real Decreto 1544/2007, salvo en aquellos apartados en los que la ETI de Personas de Movilidad Reducida sea más exigente, en los que se aplicará esta última.

#### 4.1.3 Cabinas de conducción.

4.1.3.1 Configuración.—Si el material remolcado de viajeros de alta velocidad dispone de cabina de conducción, ésta respetará lo establecido al efecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad. Para los aspectos no recogidos en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, las cabinas de conducción serán conforme a la ficha UIC 651.

Para el material remolcado de viajeros convencional, las cabinas de conducción serán conforme a la ficha UIC 651.

4.1.3.2 Inscripciones y rótulos.—Si el material remolcado de viajeros dispone de cabinas de conducción, las inscripciones y rótulos incluidos en éstas serán conforme a la ficha UIC 640 (apartados 3, 4 y 5). Las inscripciones y rótulos estarán en español y las magnitudes se expresarán en el sistema métrico decimal.

Adicionalmente, para el material remolcado de alta velocidad, se cumplirá la ficha UIC 660.

Si el material remolcado de viajeros dispone de cabina de conducción, se realizará como ensayo de serie una inspección visual de las inscripciones y rótulos, verificando la numeración de los equipos principales, y se verificará su correcta ubicación dentro de la cabina de conducción.

4.1.4 Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.—El material rodante de alta velocidad respetará las prescripciones establecidas al efecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, relacionadas con la protección contra riesgos eléctricos para las personas.

El resto del material rodante cumplirá la norma UNE-EN 50153.

Se llevarán a cabo los ensayos o verificaciones a vehículo completo necesarios para comprobar el cumplimiento de las medidas contra:

– Contactos directos:

- o Acceso a los armarios de equipos.
- o Grado de aislamiento de los equipos.
- o Rótulos de advertencia.

– Contactos indirectos:

- o Resistencia de puesta a tierra del vehículo.
- o Comprobación de puestas a tierra del equipamiento eléctrico del vehículo.

Dichos ensayos se incluyen en el Anexo H de esta ETH.

#### 4.1.5 Personas situadas cerca de la vía.

4.1.5.1 Efecto aerodinámico del tren.—El efecto aerodinámico del tren será compatible con la presencia de viajeros en los andenes y de personal próximo a las vías. Los vehículos de velocidad máxima superior a 190 km/h respetarán las prescripciones de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En lo relativo a las cargas de presión al aire libre del material rodante que circule por líneas de alta velocidad se respetará lo establecido en el apartado 4.2.6.2.3 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.

4.1.5.2 Avisadores acústicos.—Los avisadores acústicos de los coches con cabina de conducción serán conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Se podrá utilizar de manera independiente la segunda bocina, aunque posea un tono diferente, si la primera se avería.

Para los ensayos a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

– Ensayo de tipo: La verificación del nivel de presión sonora se realizará conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

– Ensayo de serie: Se comprobará que los avisadores acústicos del vehículo son capaces de emitir los distintos tonos implementados, que cumplirán con la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.1.6 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.—Los depósitos de aire destinados a aplicaciones diferentes del frenado, excluyendo aquellos depósitos que formen parte de elementos estructurales, serán conformes a las normas UNE-EN 286-3 para depósitos de acero y UNE-EN 286-4 para depósitos de aleaciones de aluminio, y al Real Decreto 1495/1991 en cualquier caso.

4.2. Requisitos funcionales y técnicos.

4.2.1 Compatibilidad con la vía y las estructuras.

4.2.1.1 Gálibo.—El material rodante deberá cumplir lo establecido en la Instrucción de Gálibos Ferroviarios.

Se podrá admitir material rodante con gálibos cinemáticos mayores para circular por una línea cuando el administrador de la infraestructura lo permita.

En el material rodante que proceda, para el estudio del gálibo dinámico se tendrá en cuenta lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad en relación con el coeficiente de suspensión, admitiéndose valores mayores cuando se utilicen dispositivos de compensación del pantógrafo.

Para los ensayos de tipo a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

– Se medirán los contornos del vehículo real para comprobar que están de acuerdo con los empleados en los cálculos.

– El coeficiente de suspensión que se emplee en el cálculo será comprobado mediante análisis de diseño y ensayo de tipo.

4.2.1.2 Seguridad de marcha.

4.2.1.2.1 Comportamiento dinámico del material.—El comportamiento dinámico del material deberá ser conforme a la norma UNE-EN 14363.

Los vehículos deberán ser aptos para circular con alguno de los cinco tipos de velocidad en curva existentes en la Declaración sobre la Red (Normal, A, B, C y D; la aceleración no compensada es de 0,65 m/s<sup>2</sup>, 1 m/s<sup>2</sup>, 1,2 m/s<sup>2</sup>, 1,5 m/s<sup>2</sup> y 1,8 m/s<sup>2</sup> respectivamente).

Para vehículos con ruedas independientes, se tendrá en cuenta lo establecido en el apartado 4.2.3.4.10 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El ensayo de tipo se realizará a vehículo completo conforme a la norma UNE-EN 14363.

4.2.1.2.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.—El comportamiento dinámico de los vehículos de caja inclinable deberá ser conforme a la ficha UIC 518-1.

El ensayo de tipo se realizará a vehículo completo conforme a la norma UNE-EN 14363 y a la ficha UIC 518-1.

4.2.1.2.3 Sistema de detección de inestabilidad.—Aquellos vehículos cuya velocidad máxima sea superior a 220 km/h dispondrán de un sistema de detección de inestabilidad de marcha conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para vehículos dotados de ruedas independientes cuya velocidad máxima sea superior a 220 km/h se utilizarán dispositivos de detección de aceleraciones anómalas basados en los criterios de la norma UNE-EN 14363.

Para los ensayos de tipo en banco vibratorio se simulará artificialmente la secuencia de pulsos que activa el sistema de detección de inestabilidad de marcha, comprobando que funciona correctamente.

Para los ensayos de tipo a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se simulará artificialmente la aparición de la señal que activa el sistema de detección de inestabilidad de marcha, comprobando que funciona correctamente.

- Se comprobará que el sistema de detección de inestabilidad de marcha adquiere correctamente la señal de los acelerómetros (por ejemplo, comparando en paralelo, con un sistema calibrado).

En el ensayo de serie a vehículo completo se comprobará la correcta instalación del sistema, comprobando tanto el correcto funcionamiento de los transductores como que, en caso de detección de inestabilidad, se reciben los correspondientes avisos en cabina de conducción y se producen las acciones que se hayan definido.

4.2.1.2.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.–Los vehículos serán aptos para circular por curvas de 250 m de radio, vacíos o cargados, y aislados o acoplados, respetando el gálibo en las condiciones del apartado 4.2.1.1 de esta ETH, y por curvas de 150 m de radio, en vía general, sin respetar el gálibo, vacíos o cargados, y aislados o acoplados, aflojando tensores de enganche si es necesario, y a velocidad reducida.

El material ha de ser apto para circular, por curvas de 100 m de radio a coche aislado, a velocidad reducida, sin respetar el gálibo, pero sin desmontar ningún órgano.

Para los ensayos de tipo a vehículo completo, se realizará al menos una de las siguientes pruebas:

- Se desplazará transversalmente un extremo del vehículo, utilizando un carro transbordador, comprobando que no se producen interferencias mecánicas y que las longitudes de cables, mangueras, etc. son adecuadas.

- Se circulará por curva de radio reducido, comprobando que no se producen interferencias mecánicas y que las longitudes de cables, mangueras, etc. son adecuadas.

4.2.1.2.5 Circulación por curvas/contracurvas.–El material rodante debe permitir su inscripción en las curvas y trazados sinuosos conforme a las fichas UIC 527-1 y UIC 528 cuando proceda.

Se tendrán en cuenta los requisitos de la ficha UIC 510-2 en cuanto al paso por los ángulos de aparatos de vía.

El ensayo de tipo con vehículo completo se realizará en una instalación con curva, recta, y contracurva, según UIC 527-1. Consistirá en pasar dos vehículos acoplados y comprobar que no se producen interferencias.

Si no se dispone de la curva/contracurva según UIC 527-1, se presentará un estudio teórico de inscripción en las condiciones de dicha ficha UIC.

4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.–Las características geométricas de los ejes montados de ancho 1435 mm serán conforme a la norma UNE-EN 13260 y fichas UIC 510-1, UIC 510-2, UIC 430-1 y UIC 813 según proceda.

Las características geométricas de los ejes montados de ancho 1668 mm cumplirán las mismas especificaciones antes citadas excepto en lo referente a:

- Separación entre caras internas de rueda:

La distancia entre caras internas de ruedas de un mismo eje montado, aislado del resto del vehículo, tendrá un valor de 1.594 +2/-0 mm.

La distancia entre caras internas de ruedas de un mismo eje montado medida al nivel de los carriles, será:

– Para ruedas con diámetro nominal  $\geq 840$  mm y  $\leq 1.250$  mm, el valor máximo de 1.596 mm y mínimo de 1590 mm.

– Para ruedas con diámetro nominal  $\geq 330$  mm y  $< 840$  mm, el valor máximo de 1.596 mm y mínimo de 1.592 mm.

➤ Separación entre caras activas de pestaña, medida a 10 mm por debajo del plano de rodadura, será:

– Se admitirá un valor máximo de 1.659 mm.

– Se admitirán unos valores mínimos de:

o 1.643 mm. cuando se trate de ruedas de diámetro nominal  $\geq 840$  mm y  $\leq 1.250$  mm.

o 1.648 mm. cuando se trate de ruedas de diámetro nominal  $\geq 330$  mm y  $< 840$  mm.

Para vehículos con soluciones constructivas diferentes de las convencionales, como por ejemplo vehículos con ruedas independientes, se podrá exigir el cumplimiento de requisitos técnicos adicionales que validen la solución particular adoptada.

En vías de ancho 1435 mm, las características geométricas, el perfil y los defectos de la tabla de rodadura admitidos en servicio deberán ser compatibles con la ficha UIC 510-2.

En vías de ancho 1668 mm, las ruedas respetarán las especificaciones anteriores excepto en lo referente al espesor mínimo de pestaña en explotación, que respetará lo siguiente:

– Para ruedas de  $D_{\text{nominal}} \geq 840$  mm,  $e \geq 25$  mm

– Para ruedas de  $D_{\text{nominal}} < 840$  mm,  $e \geq 27,5$  mm

Los valores exigidos en función del diámetro nominal se aplicarán para toda la vida útil de la rueda, independientemente de su diámetro real.

Para los ensayos se tendrá en cuenta lo siguiente:

– Ensayo de tipo: Medir las distancias entre caras internas de rueda y los espesores de pestaña de las ruedas con el vehículo completo cargado. Se permitirá la realización de esta medición a componente, con el bogie en prensa simulando el peso del vehículo cargado.

– Ensayo de serie: Comprobar todas las dimensiones en el eje montado aislado (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH).

4.2.1.2.7 Franqueo de alabeos de vía.–El material debe permitir el franqueo de alabeos de vía conforme a la norma UNE-EN 14363.

El ensayo de tipo se realizará a vehículo completo según norma UNE-EN 14363.

Si no se dispone de instalaciones según la norma UNE-EN 14363, se justificará el cumplimiento de este requisito mediante herramientas de simulación sobre un modelo validado.

4.2.1.2.8 Vientos transversales.–El material remolcado de viajeros que circule por líneas de alta velocidad cumplirá lo establecido en el apartado 4.2.6.3 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, en cuanto al comportamiento ante vientos transversales.

La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.

4.2.1.2.9 Cruce en túneles.–Deben tenerse en cuenta los efectos aerodinámicos generados por el cruce de trenes en un túnel según lo establecido en el apartado 5 de la norma UNE-EN 14067-3. Será recomendable cumplir los criterios del anexo B de la norma UNE-EN 14067-5.

Los coches de alta velocidad cumplirán además con lo establecido en el apartado 4.2.16.1 de la ETI de Infraestructura de Alta Velocidad.

La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.

Los procedimientos de ensayo y simulación a nivel de diseño dentro de túneles se encuentran en el apartado 4 de la norma UNE-EN 14067-5.

#### 4.2.1.3 Solicitaciones.

4.2.1.3.1 Carga por eje.—Para los vehículos que circulen por líneas de alta velocidad, las cargas máximas por eje y sus tolerancias serán conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para aquellos vehículos que circulen por líneas convencionales, en la Declaración sobre la Red se indican las líneas por las que pueden circular, dependiendo de la masa por eje y de la masa por metro lineal del vehículo.

En el ensayo de tipo se pesará el vehículo en báscula o dispositivo de pesaje equivalente, conforme al apartado 8.4 de la norma UNE-EN 50215, determinándose las masas del vehículo a partir de las cargas por rueda obtenidas.

En el ensayo de serie, se realizará el pesaje siguiendo las prescripciones del apartado 8.4 de la norma UNE-EN 50215.

4.2.1.3.2 Esfuerzos verticales estáticos.—Los esfuerzos verticales estáticos de las ruedas deberán ser compatibles con el diámetro de las ruedas según la ficha UIC 510-2.

4.2.1.3.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.—Las fuerzas transversales y fuerzas verticales dinámicas cumplirán lo establecido al respecto en la norma UNE-EN 14363, complementándose en el caso de vehículos de caja inclinable con la ficha UIC 518-1.

Para las vías de ancho 1668 mm, debido a esta particularidad de la infraestructura, los valores límite de la norma UNE-EN 14363 para el esfuerzo cuasiestático en curvas de radio reducido ( $R_m$  entre 250 y 400 m) se calcularán en base a la siguiente fórmula:

$$(Y_{qst})_{\text{lím}} = (33 + 11550/R_m) \text{ kN}$$

El ensayo de tipo a vehículo completo se realizará según la norma UNE-EN 14363 y la ficha UIC 518-1.

4.2.1.3.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.—A fin de limitar las fuerzas longitudinales ejercidas sobre la vía por el material rodante, la aceleración o deceleración máxima será inferior a  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

4.2.1.4 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.—La concepción, fabricación y validación de los bogies deberá cumplir lo establecido en la UNE-EN 13749.

Para bogies de ancho 1668 mm, los parámetros alfa y beta tomarán los valores 0,15 y 0,35 respectivamente.

Se realizarán los ensayos de tipo contemplados en la norma UNE-EN 13749.

Se realizará un control de la fabricación del bastidor de bogie mediante las siguientes verificaciones:

- Comprobar las soldaduras del bastidor de bogie, según norma UNE-EN 15085-5 (inspección visual y por métodos de ensayo no destructivos).
- Realizar una verificación dimensional del bastidor de bogie.

Estas verificaciones serán realizadas por el fabricante, y serán supervisadas por el Organismo de Certificación en un determinado porcentaje; el alcance de este muestreo del control de fabricación será definido por el Organismo de Certificación en base al sistema de calidad y de fabricación implantado. Adicionalmente, y para aquellas verificaciones no supervisadas por el Organismo de Certificación, éste realizará una revisión de la documentación que avale la realización, por parte del fabricante, de las verificaciones anteriormente indicadas.

#### 4.2.1.5 Exigencias de los ejes.

4.2.1.5.1 Ejes montados.—Los ejes montados cumplirán los requisitos técnicos del apartado 3, y de los anexos E y F, relativos a la cualificación y la entrega del producto, de la norma UNE-EN 13260, complementándose cuando proceda con las fichas UIC 510-2 y UIC 813, considerándose que los ejes de ancho 1668 mm tendrán unas características geométricas distintas y ya contempladas en el apartado 4.2.1.2.6 de esta ETH.

Para vehículos con soluciones constructivas diferentes de las convencionales, como por ejemplo vehículos con ruedas independientes, se podrá exigir el cumplimiento de requisitos técnicos adicionales que validen la solución particular adoptada.

Los ensayos a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) están definidos en la norma UNE-EN 13260 y las fichas UIC 510-2 y UIC 813.

4.2.1.5.2 Cuerpos de eje—Los cuerpos de eje cumplirán, en cuanto a los métodos de diseño, las especificaciones de las normas UNE-EN 13103 y UNE-EN 13104, y en lo relativo a prescripciones del producto, los requisitos técnicos del apartado 3, y de los anexos I y J, relativos a la calificación y el suministro del producto, de la norma UNE-EN 13261.

Para otros tipos de acero, se podrá exigir el cumplimiento de requisitos técnicos adicionales que validen la solución particular adoptada.

Para ejes de ruedas independientes serán de aplicación los requisitos de estas normas, adaptadas a su diseño especial.

4.2.1.5.3 Ruedas.—Las ruedas deberán fabricarse conforme a los requisitos técnicos del apartado 3, y de los anexos E y F, relativos a la cualificación y la entrega del producto, de la norma UNE-EN 13262, respetando los desgastes especificados en la ficha UIC 510-2 sin que el espesor de pestaña sea inferior al especificado en el apartado 4.2.1.2.6 de esta ETH. En lo relativo a la validación técnica se cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 13979-1 y la ficha UIC 510-5.

El perfil de rueda será conforme a la norma UNE-EN 13715. En caso de utilizar un perfil de rueda distinto de los recogidos en la citada norma, éste deberá ser aceptado previamente por el administrador de la infraestructura.

Las ruedas con disco de freno acoplado al velo mediante tornillos se validarán de acuerdo a la especificación mencionada en el anexo I de esta ETH.

Los ensayos a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) están definidos en las normas UNE-EN 13262 y UNE-EN 13979-1.

4.2.1.5.4 Rodamientos.—Los rodamientos serán conforme a la norma UNE-EN 12080.

Para ejes de ruedas independientes serán de aplicación los requisitos de esta norma, adaptados a su diseño especial.

Los ensayos de tipo se definen en la norma UNE-EN 12082.

4.2.1.5.5 Grasa.—Las grasas cumplirán las prescripciones de la norma UNE-EN 12081.

Los ensayos de tipo se definen en la norma UNE-EN 12082.

4.2.1.5.6 Caja de grasa.—Para el conjunto montado de las cajas de grasa se contemplarán las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 12082.

Para cajas de grasa de ejes de ruedas independientes serán de aplicación los requisitos de esta norma, adaptados a su diseño especial.

Los ensayos de tipo se definen en la norma UNE-EN 12082.

4.2.1.5.7 Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.—Los requisitos adicionales no contemplados en los apartados anteriores y posteriores se incluyen en el anexo G.

4.2.2 Compatibilidad con la alimentación de la energía eléctrica (sólo para coches con pantógrafo).

4.2.2.1 Instalaciones de alimentación de energía eléctrica.

4.2.2.1.1 Rango de funcionamiento (tensión y frecuencia). Funcionamiento normal.—La alimentación eléctrica podrá ser de 3 kV C.C. y 25 kV y 50Hz C.A., siendo su ámbito el definido en la Declaración sobre la Red.

Los vehículos se diseñarán para poder circular bajo una de las tensiones anteriores (vehículos monotensión) o bajo su combinación (vehículos politensión).

Los rangos de estas tensiones serán los que indica la tabla 1 del apartado 4.1 de la UNE-EN 50163.

Los rangos de las frecuencias para 25 kV y 50 Hz C.A. serán los que indica el apartado 4.2 de la UNE-EN 50163.

El equipamiento eléctrico del material rodante deberá soportar la tensión y frecuencia dentro de los rangos anteriormente especificados sin que se altere su funcionamiento normal.

Para el ensayo de tipo, se respetará lo indicado en el apartado 9.15.3 de la norma UNE-EN 50215, para C.C. o C.A., o ambas, según proceda. El fabricante optará por llevar a cabo este ensayo en banco o en línea.

4.2.2.1.2 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.—Se respetará lo establecido en la sección 11 de la norma UNE-EN 50388 sólo para tiempos por encima de 20 ms.

Para los ensayos se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los disyuntores serán ensayados a nivel de componente aislado según la metodología establecida en la norma UNE-EN 60077-4.

- Se llevará a cabo un ensayo sobre el vehículo para asegurar el cumplimiento del tiempo mínimo de rearme del disyuntor en base a lo establecido en el apartado 14.6 de la norma UNE-EN 50388.

4.2.2.1.3 Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.—Se respetará lo establecido en el apartado 4.2.8.3.4.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.2.2.1.4 Paso de secciones de separación de fase.—Para el material rodante que circule por líneas de 25 kV C.A., en el paso de secciones de separación de fase se respetará lo establecido en el apartado 4.2.21 de la ETI de Energía de Alta Velocidad y en los apartados 4.2.8.3.6.2 y 4.2.8.3.6.7 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para líneas con alimentación de corriente continua no será de aplicación este requisito

En el ensayo de tipo a vehículo completo, se verificará el cumplimiento del apartado 4.2.21 de la ETI de Energía de Alta Velocidad y de los apartados 4.2.8.3.6.2 y 4.2.8.3.6.7 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.2.2.1.5 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.—El material rodante de alta velocidad que circule por secciones de separación de sistemas que sean conforme a la ETI de Infraestructura de Alta Velocidad, respetará lo establecido en el apartado 4.2.8.3.6.8 la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto del material rodante politensión deberá ser conforme al apartado 5.3 de la ficha UIC 611.

4.2.2.1.6 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.—Se respetará lo indicado en los apartados 9.15.1, 9.15.2 y 9.15.4 de la norma UNE-EN 50215.

Se realizará un ensayo de tipo a vehículo completo, respetando lo indicado en los apartados de la norma UNE-EN 50215 anteriormente citados.

4.2.2.1.7 Sobretensiones generadas por el material rodante.—Las sobretensiones debidas a los armónicos generados por los coches con pantógrafo que circulan por líneas de corriente alterna no deberán superar los límites establecidos en el apartado 10.4 de la norma UNE-EN 50388.

Se realizará el ensayo de tipo a vehículo completo conforme al apartado 10 de la norma UNE-EN 50388.

4.2.2.2 Pantógrafos.—Para coches con pantógrafo, se tomará como referencia para este apartado la parte que le aplique de la ETH de Unidades Autopropulsadas.

4.2.2.3 Línea de tren.—Para el material remolcado que disponga de línea de tren alimentada desde locomotora, dicha línea tendrá una tensión nominal de 3 kV C.C. y será conforme a los requisitos de la ficha UIC 552. Podrán admitirse adicionalmente las tensiones de línea de tren recogidas en la ficha UIC 550.

El ensayo de tipo de variaciones de tensión se podrá realizar en el convertidor conforme a la norma UNE-EN 61287-1.

4.2.2.4 Ventilación de baterías.—La disposición de las baterías de los coches deberá cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 50272-2 en cuanto a la ventilación de las mismas.

#### 4.2.3 Sistemas de Control-Mando y Señalización y sus interfaces.

4.2.3.1 Compatibilidad con los sistemas de Mando y Control. Perturbaciones.—Los campos emitidos por los sistemas embarcados y las corrientes de retorno (incluidos los campos generados por los sistemas de freno por corrientes de Foucault) no deberán perturbar los sistemas de control, mando y señalización que cumplan los límites establecidos para los sistemas homologados referidos en la Declaración sobre la Red. Se cumplirán las normas UNE-EN 50121-3-1, UNE-EN 50121-3-2 y UNE-EN 50238.

Los vehículos de alta velocidad deberán respetar, además de lo anterior, las prescripciones contenidas en las ETI de Control, Mando y Señalización de Alta Velocidad y de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto de los vehículos deberán respetar, además de lo indicado en el primer párrafo de este apartado, las prescripciones contenidas en la ETI de Control, Mando y Señalización Convencional.

La metodología del ensayo de tipo a vehículo completo se incluye en las normas UNE-EN 50121-3-1 y UNE-EN 50238. En el apartado 7.3 de esta ETH se definen los recorridos necesarios para garantizar la compatibilidad con las instalaciones.

Se propondrán por parte del fabricante los ensayos de tipo necesarios para justificar la seguridad exigible en la circulación.

#### 4.2.3.2 Compatibilidad con los circuitos de vía.

4.2.3.2.1 Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.—La resistencia eléctrica entre las ruedas de cada eje deberá respetar lo dispuesto al respecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para vehículos que carezcan de cuerpo de eje clásico o sus ruedas no estén directamente caladas en el mismo, se montará un dispositivo en cada conjunto de rodadura, que garantice la continuidad eléctrica para asegurar la ocupación de los circuitos de vía conforme a lo dispuesto en el párrafo anterior.

La medida de la resistencia eléctrica entre las ruedas de cada eje se realizará eje a eje como ensayo de tipo, conforme a lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para vehículos que carezcan de cuerpo de eje clásico o sus ruedas no estén directamente caladas en el mismo, se realizará como ensayo de serie a vehículo completo una comprobación de la correcta instalación de las escobillas que garantizan la ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.

4.2.3.2.2 Corrientes armónicas.—Los vehículos con pantógrafo que circulan por líneas con corriente continua equipadas con circuitos de vía de 50 Hz no podrán enviar a la vía componentes de señal a 50 Hz mayores de 1,5 A de valor eficaz. Los vehículos con pantógrafo dispondrán de un detector de 50 Hz que actuará sobre la alimentación de servicios auxiliares cuando detecte un nivel de intensidad superior al indicado durante 2 segundos. El filtro equipado por el detector tendrá un ancho de banda de  $\pm 3$  Hz.

Mientras no se disponga de requisitos adaptados a la infraestructura y al material rodante actuales, cada unidad influyente (coche con pantógrafo) deberá poseer 2  $\Omega$  de impedancia de entrada mínima a 50 Hz.

Los coches sin pantógrafo, con alimentación de auxiliares realizada a través de la línea de tren de la locomotora que los remolque, cumplirán con lo especificado en la ficha UIC 550-3, teniendo en cuenta que los límites de esta ficha UIC están calculados para una composición tipo de 15 coches equipados cada uno de ellos con un convertidor, por lo que habrá que adaptar los límites en función de la composición de que se trate.

Para el resto de circuitos de vía, se respetarán los requerimientos que sobre circuitos de vía y otros sistemas se hallan establecidas en el documento «Especificación sobre circuitos de vía de ADIF», considerando la intensidad de la composición máxima resultante de la suma vectorial de las intensidades de cada vehículo (el vehículo múltiple se considera un solo vehículo a estos efectos).

El procedimiento de ensayo de tipo será conforme con el Anexo J de esta ETH.

En el ensayo de serie, se comprobará la correcta funcionalidad del detector de 50 Hz, aisladamente o sobre el vehículo.

4.2.3.3 Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria.

4.2.3.3.1 Corrientes psfométricas.—Se realizará un estudio de las perturbaciones por corrientes psfométricas conforme a la UNE-EN 50121-3-1.

Las condiciones del ensayo de tipo de las corrientes psfométricas estarán de acuerdo con la norma UNE-EN 50121-3-1. Estas condiciones podrán ser las mismas que las de los ensayos para corrientes armónicas (Anexo J).

4.2.3.3.2 Sistema de megafonía.—El material de viajeros que circule por líneas de alta velocidad deberá tener instalación de sonorización, megafonía e interfonía a bordo conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, complementándose cuando proceda (línea de comunicación UIC) con las fichas UIC 558 y 568.

El material que circule por líneas convencionales de viajeros deberá tener instalación de sonorización, megafonía e interfonía a bordo conforme a las fichas UIC 558 y 568.

En cualquier caso, podrán admitirse otros sistemas de megafonía e interfonía con funcionalidad y prestaciones equivalentes.

En los ensayos de tipo y de serie a vehículo completo se comprobará el cumplimiento de los requisitos anteriormente citados, de acuerdo al protocolo de pruebas.

4.2.3.4 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes.

4.2.3.4.1 Temperatura.—Las temperaturas de las cajas de grasa y los frenos calientes respetarán los umbrales de alarma de los detectores de cajas calientes y frenos calientes instalados en vía. Estos umbrales están definidos en el Reglamento General de Circulación.

4.2.3.4.2 Cajas de grasa.—Las cajas de grasa y los bogies deberán ser compatibles con los detectores de cajas calientes instalados en la vía para evitar la aparición de falsas alarmas y garantizar la correcta visibilidad y detección de las partes calientes de las cajas de grasa. Se verificará mediante ensayo de tipo.

Se comprobará mediante análisis del diseño que no existen elementos que impidan la detección por los detectores de cajas y frenos calientes.

4.2.3.4.3 Equipo embarcado.—Aquellos vehículos en los que no sea posible la visibilidad y detección de las cajas de grasa por parte de los detectores de cajas y frenos calientes instalados en vía, deberán disponer de sistemas de detección embarcados.

Igualmente, si el material remolcado está equipado con un sistema de monitorización de temperatura de las cajas de grasa (debido a sus características específicas o a la tecnología utilizada), podrá no considerar los umbrales especificados en el apartado 4.2.3.4.1. En este caso, se regirá por los umbrales de alarma que inicialmente sean establecidos por el fabricante en función de los resultados de los ensayos de la norma UNE-EN 12082, y que deberán ser ratificados o revisados con las pruebas de homologación iniciales del material rodante.

El equipo embarcado de monitorización será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En los ensayos de tipo a vehículo completo se comprobará que la concepción de los sistemas embarcados de detección de cajas de grasa cumple las exigencias de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En el ensayo de serie a vehículo completo se verificará que el sistema de detección produce los distintos niveles de alarma en función de los umbrales definidos en las especificaciones establecidas por los fabricantes de los rodamientos y del sistema de frenos. Para realizar esta comprobación será posible emplear herramientas que simulen el comportamiento real de los transductores de temperatura, verificando que el resto de la cadena de medida y evaluación reacciona adecuadamente.

4.2.3.5 Accionamiento de pedales y contadores de ejes.—El diseño de las ruedas deberá permitir que los sistemas de accionamiento de contadores de ejes detecten su ocupación, conforme a la norma UNE-EN 50238.

El material remolcado de viajeros no deberá tener elementos que puedan interferir en el funcionamiento, ni partes metálicas (a excepción de las llantas y pestañas de las ruedas) en la zona de sensibilidad de los pedales electrónicos, conforme a la norma UNE-EN 50238 y a las especificaciones que establezca la Autoridad Ferroviaria.

Aplicaciones específicas, tales como los frenos de Foucault, cumplirán con los requisitos que establezca la Autoridad Ferroviaria para no interferir con el funcionamiento de los contadores de ejes.

El procedimiento de ensayo de tipo a vehículo completo será el descrito en el apartado 6.4.3 de la norma UNE-EN 50238.

4.2.3.6 Dispositivo de vigilancia H. M.—Si el coche equipa un dispositivo de vigilancia, éste será conforme a la ficha UIC 641 y al apartado 4.3.2.6 de la ficha UIC 651.

En el ensayo de tipo, se verificarán todos los requisitos anteriormente citados, siguiendo las prescripciones de la ficha UIC 641.

En el ensayo de serie, se comprobarán los intervalos de tiempo de activación del dispositivo de vigilancia y la anulación del dispositivo, conforme a la ficha UIC 641, así como que se desencadenan las acciones pertinentes (freno de emergencia).

4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.—La señalización de los extremos del material remolcado deberá ser conforme a la ficha UIC 532.

Los coches de alta velocidad con cabina de conducción cumplirán con lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto de los coches con cabina de conducción cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 15153-1.

Los ensayos a componente y el ensayo de tipo a vehículo completo se realizarán conforme a la norma UNE-EN 15153-1.

En el ensayo de serie a vehículo completo se verificará el correcto funcionamiento de los mandos de los focos de los extremos del material rodante y el correcto ajuste de estos últimos en base a los resultados obtenidos en las pruebas tipo.

4.2.3.8 Marcas de identificación del material remolcado de viajeros.—Las marcas de identificación de los vehículos serán conforme a las fichas UIC 660 ó UIC 640 según proceda, complementándose con las fichas UIC 438-1, UIC 545, UIC 552 y UIC 580.

El ensayo de serie consistirá en una inspección visual de las marcas de identificación y de su correcta ubicación en el material rodante, verificando la numeración de los equipos principales.

#### 4.2.4 Cabinas de conducción.

4.2.4.1 Equipos del puesto de conducción.—Toda cabina de conducción deberá llevar asociados al menos los siguientes equipos:

- Elementos de mando, tracción y freno (incluyendo la seta de emergencia).
- Dispositivos de medición (manómetros, velocímetro, voltímetros, etc.).
- Dispositivos de visualización de parámetros del vehículo y diagnosis.
- Dispositivos de control y mando (Radiotelefonía, dispositivo de vigilancia H. M., ASFA, y según proceda, ERTMS/ETCS, LZB, control de puertas, etc.).

El fabricante presentará una relación de los dispositivos y su ubicación en la cabina de conducción, que será aprobada por el organismo responsable de la seguridad en la circulación de la Autoridad Ferroviaria. Para los casos especiales se justificará debidamente la no inclusión de alguno de ellos.

Aquellas cabinas destinadas a ser utilizadas con condiciones de circulación restringidas (por ejemplo, instalaciones de cambio de ancho), dispondrán de un equipamiento reducido, que será aprobado por el organismo responsable de seguridad en la circulación de la Autoridad Ferroviaria. En cualquier caso, deberán equiparse con los mismos mandos de freno que las locomotoras y material autopropulsado.

En el ensayo de tipo, se comprobarán los elementos de mando incluidos en el protocolo de pruebas.

En el ensayo de serie, se verificará la correcta instalación y funcionalidad de los equipos y sistemas anteriormente indicados, comprobando que es coherente con la observada en

el transcurso de la prueba tipo. El ensayo de serie podrá cubrirse parcialmente con la realización de las pruebas en fase serie de otros equipos accionados desde el puesto de conducción, en las que se verificará la correcta instalación y funcionalidad de los mismos como, por ejemplo:

4.1.5.2 Avisadores acústicos.

4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.

4.2.4.2 Ergonomía de la cabina.

La ergonomía de la cabina de conducción (distribución de la cabina, accesos, iluminación interior, campo de visión, audición, ruido interior en cabina) será conforme a las fichas UIC 643 (apartado 1), UIC 651, el apartado 4.2.3 de la ETI de Material Rodante-Ruido Convencional y los apartados 5 y 7 de la norma UNE-EN 13272 para la iluminación interior en cabina.

Para los coches de alta velocidad, las cabinas de conducción deberán cumplir, además de lo anterior, las exigencias de ergonomía de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el ensayo de tipo a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

– Los métodos de medición de ruido interior en cabina se incluyen en el apartado 4.2.3 de la ETI de Material Rodante-Ruido Convencional.

– Los métodos de medición de iluminación interior en cabina se incluyen en el apartado 6 de la norma UNE-EN 13272.

Se realizará además el ensayo de la ficha UIC 643.

4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.–El material remolcado de viajeros con cabina de conducción, desde el punto de vista de la protección del personal, deberá cumplir las exigencias de la ficha UIC 651.

Para el material convencional, las cabinas de conducción deberán cumplir las exigencias de visibilidad de la ficha UIC 651.

Para el material de alta velocidad, las cabinas de conducción deberán cumplir las exigencias de visibilidad de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Las lunas frontales de las cabinas de conducción deberán cumplir las exigencias de la norma UNE-EN 15152, salvo en cuanto al astillamiento (apartado 4.2.9), que será conforme al apartado J.2.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Las lunas laterales de las cabinas de conducción deberán reunir las exigencias relativas a las lunas de emergencia del apartado 4.1.1.6 de esta ETH.

La metodología de ensayo de tipo a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) se encuentra recogida en la ficha UIC 651 y en la norma UNE-EN 15152, salvo en cuanto al astillamiento (apartado 6.2.7), que será conforme al apartado J.2.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para lunas laterales de cabina, se realizará el ensayo de impacto en fase tipo según el apartado 4.1.1.6.

4.2.4.4 Climatización de la cabina de conducción.–Debido a las condiciones climatológicas descritas en el apartado 4.2.7 de esta ETH, en aquellos vehículos que, por su velocidad de circulación u otras circunstancias, deban mantener cerradas las ventanas de la cabina de conducción, será obligatorio equipar un sistema de aire acondicionado en sus cabinas de conducción, conforme al apartado 4.2.7.7 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.2.5 Exigencias relativas al frenado del material rodante.

4.2.5.1 Concepción del freno.

4.2.5.1.1 Principio general de frenado.–Los equipos de freno de aire comprimido serán conforme a la ficha UIC 540.

Los depósitos de aire serán conforme a las normas UNE-EN 286-3 para depósitos de acero y UNE-EN 286-4 para depósitos de aleaciones de aluminio, y al Real Decreto 1495/1991 en cualquier caso.

Los diferentes elementos que componen el sistema de frenado de aire comprimido deberán ser conforme a las fichas UIC de las series 541 a 547.

La utilización del aire del circuito de freno para otras aplicaciones está prohibida. El circuito de freno dispondrá de su propia reserva de aire para la aplicación.

Si los elementos de fricción del freno no son visibles desde el exterior se deberá prever un dispositivo que dé indicación sobre el estado de funcionamiento. En cualquier caso, los elementos de fricción serán fusibles respecto a la rueda.

Se admitirán soluciones que difieran del diseño convencional del freno, si se demuestra un nivel de seguridad equivalente.

Los ensayos de tipo y de serie específicos para los depósitos de aire se encuentran en las normas UNE-EN 286-3 para depósitos de acero y UNE-EN 286-4 para depósitos de aleaciones de aluminio, y al Real Decreto 1495/1991 en cualquier caso.

En los ensayos de tipo y de serie a vehículo completo se realizará un protocolo estático de freno siguiendo las prescripciones de la ficha UIC 547.

4.2.5.1.2 Requerimientos del sistema de frenado.—Para material de alta velocidad, el sistema de freno cumplirá las prescripciones establecidas al efecto en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto del material, se cumplirán los preceptos que se indican a continuación, admitiéndose alternativas que demuestren el mismo nivel de seguridad:

- El freno de servicio de aire comprimido por tubería de freno automático será moderable en apriete entre 5 y 3,5 kg/cm<sup>2</sup> de presión de aire en la tubería de freno automático y en el afloje entre 3,5 y 5 kg/cm<sup>2</sup>.

Para tener en cuenta la longitud y masa del tren y su influencia en el llenado y vaciado de los cilindros de freno habrá que dotar al sistema de un cambiador de régimen.

Para tener en cuenta la diferencia de valores de masa en tara y en carga y su influencia en la potencia de frenado, habrá que dotar al sistema si es necesario, de un cambiador de potencia.

Se cumplirán las fichas UIC 540 a 543.

- El material de transporte de viajeros irá dotado de aparatos de alarma o de emergencia, siendo accesible el mando para los usuarios.

Los vehículos destinados a composiciones de longitud máxima mayor que 250 m y cuya velocidad sea superior a 200 Km/h, irán dotados de freno electroneumático.

En el ensayo de tipo a vehículo completo se realizará un protocolo estático de freno siguiendo las prescripciones de la ficha UIC 547.

4.2.5.1.3. Características mínimas de frenado

En el material de alta velocidad, los sistemas de freno respetarán las características mínimas de frenado establecidas en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En el resto del material, los sistemas de freno de aire comprimido cumplirán con los requisitos mínimos que exige el Reglamento General de Circulación para cada tipo de tren, determinados según la ficha UIC 544-1.

Para los ensayos a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Ensayo de tipo: Se realizará el ensayo completo según ETI de Material Rodante de Alta Velocidad y ficha UIC 544-1.

- Ensayo de serie: Se realizarán frenadas de comprobación en tara para verificar que las prestaciones son coherentes con las obtenidas en el ensayo de tipo.

4.2.5.1.4 Distancia de parada con freno de urgencia.—La distancia de frenado deberá cumplirse utilizando el freno neumático UIC o sistemas de frenado con nivel de seguridad equivalente al mismo.

Se admitirá el empleo del freno electromagnético de Foucault u otros que actúen por rozamiento sobre el carril, como frenos permitidos en caso de urgencia, sólo si son independientes de la tensión de catenaria, y con un nivel de seguridad equivalente al freno neumático UIC.

El freno en casos de urgencia será el propio de la composición con los requerimientos específicos para cada material.

El material rodante de alta velocidad cumplirá los requisitos de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad respecto a las distancias de parada.

En tanto que no se adecue la distancia entre señales de la línea de ancho UIC Madrid-Sevilla, el material rodante que circule al amparo del ASFA por esta línea estará limitado a la velocidad máxima de circulación que le permita respetar una distancia de parada con freno de urgencia inferior a 1700 m, empleando únicamente el freno neumático, en condiciones normales del equipo de freno (100 % de la potencia de frenado nominal disponible), en recta, horizontal y con carga máxima normal.

En todo caso, el material rodante deberá respetar lo establecido en el Reglamento General de Circulación en función de la velocidad y el tipo de vía y siguiendo los criterios de la ficha UIC 544-1.

Para los ensayos a vehículo completo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Ensayo de tipo: Se realizará el ensayo completo según ETI de Material Rodante de Alta Velocidad y ficha UIC 544-1.
- Ensayo de serie: Se realizarán frenadas de comprobación en tara para verificar que las prestaciones son coherentes con las obtenidas en el ensayo de tipo.

Los ensayos han de comprobar los distintos casos de desaparición y fallo de un tipo de freno y la transición al freno neumático.

4.2.5.1.5 Límites de adherencia en frenado.-El material rodante de alta velocidad cumplirá con las prescripciones establecidas en el apartado 4.2.4.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto del material rodante, se cumplirá lo establecido en el anexo I.4 de la ficha UIC 544-1.

4.2.5.1.6 Sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados.-El material rodante de alta velocidad estará equipado de sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto del material, de velocidad superior a 160 km/h, estará equipado de sistemas antibloqueo conforme a la ficha UIC 541-05.

El ensayo de tipo a vehículo completo para el sistema antibloqueo será el especificado en la ficha UIC 541-05.

4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.-En caso de que se empleen, los frenos electromagnéticos de fricción serán conforme a la ficha UIC 541-06, y su uso estará prohibido a velocidades superiores a 220 km/h.

En caso de que se empleen, los frenos de corriente de Foucault serán conforme a la ETI del Material Rodante de Alta Velocidad. El sistema de frenos de corriente de Foucault se montará en configuración serie en cada bogie.

4.2.5.1.8 Dispositivo automático de recuperación del juego.-Los órganos de freno deberán tener un dispositivo automático de recuperación del juego ocasionado por el desgaste.

4.2.5.2 Prestaciones del freno.

4.2.5.2.1 Prestaciones del freno de servicio.-El freno de servicio será progresivo en apriete y en afloje en un intervalo de esfuerzo entre el esfuerzo mínimo correspondiente al primer escalón de freno y el frenado máximo disponible en el tren.

En el material rodante de alta velocidad, el freno de servicio respetará las prescripciones establecidas en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.2.5.2.2 Prestaciones del freno de estacionamiento.-El material de alta velocidad dispondrá de un sistema de freno de estacionamiento conforme a lo estipulado en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto del material estará dotado de un freno de estacionamiento conforme al punto 8 de la ficha UIC 544-1, acorde con las pendientes máximas de la vía por la que vaya a circular.

4.2.5.2.3 Comportamiento térmico de los frenos.-El comportamiento térmico de los frenos deberá permitir al material en condiciones de carga máxima circular por la pendiente

máxima presente en las líneas por las que tenga previsto circular, a una velocidad de al menos el 90 % de su velocidad máxima.

En cualquier caso, este comportamiento térmico será utilizado para determinar las líneas por las que estará autorizado a circular el material, o las condiciones de circulación del material en función de las características concretas de la línea.

Independientemente de lo anterior, los componentes del sistema de freno se diseñarán para soportar al menos dos frenadas de urgencia consecutivas desde la velocidad máxima de la composición de vehículos.

En el ensayo de tipo a vehículo completo se verificarán los requisitos anteriormente citados.

#### 4.2.6 Exigencias para el choque y la tracción del material rodante.

##### 4.2.6.1 Choque y tracción.

###### 4.2.6.1.1 Enganches extremos.—Se admitirán los siguientes tipos de enganches:

– Topes y ganchos de tracción convencionales conforme a las fichas UIC 528 y 520 respectivamente.

– Enganches tipo 10 conformes a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

– Enganches automáticos de simple tracción según la ficha UIC 522-2.

La altura de los topes convencionales estará comprendida entre 940 mm y 1.065 mm por encima del nivel de los carriles en toda condición de carga y de desgastes.

La distancia entre ejes de topes convencionales será de 1.850 mm  $\pm$  10 mm para ancho 1.668 mm ó 1750 mm  $\pm$  10 mm para ancho 1.435 mm. Para el material diseñado para circular por ambos anchos, la distancia entre ejes de topes convencionales será de 1.850 mm  $\pm$  10 mm. En cualquier caso, los topes montados a 1.850 mm  $\pm$  10 mm serán conformes a la ficha UIC 430-2.

La altura de los enganches automáticos tipo 10 será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad. Para el resto de los enganches, la altura estará comprendida entre 920 mm y 1.045 mm, por encima del nivel de los carriles en todas las condiciones de carga y de desgaste de rueda.

Para todos los enganches, incluidos los de emergencia, se tendrá en cuenta el apartado 4.2.2.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Los espacios libres en los extremos de los coches respetarán el rectángulo de Berna, conforme a la ficha UIC 521.

Los semiacoplamientos serán conforme a lo estipulado en la ficha UIC 541-1, y adicionalmente para coches con cabina de conducción, la ficha UIC 648. Tanto la llave de aislamiento de la TFA como la cabeza del semiacoplamiento irán pintadas de azul. Asimismo las de la TDP irán pintadas de rojo.

En los ensayos de tipo a vehículo completo se comprobará el cumplimiento de los requisitos técnicos anteriormente citados.

En el ensayo de serie a vehículo completo se comprobará el correcto posicionamiento (altura y separación) de los topes, el gancho de arrastre y el tensor.

4.2.6.1.2 Dispositivos de choque y tracción en vehículos permanentemente acoplados.—Los dispositivos de choque y tracción internos en vehículos permanentemente acoplados deberán dimensionarse para garantizar la integridad del tren teniendo en cuenta los esfuerzos longitudinales de tracción y frenado definidos en la ficha UIC 520 para otros enganches.

En el ensayo de tipo a vehículo completo se verificará que la resistencia de los dispositivos de choque y tracción internos es la adecuada.

##### 4.2.6.2 Socorro del tren.

4.2.6.2.1 Procedimiento de operación.—Para el socorro y levante del material rodante se deberá establecer un procedimiento de operación de acuerdo a las infraestructuras por las que circule, en el que se describirá el procedimiento y los medios para recuperar el material rodante en dificultades.

En el caso de que se requieran dispositivos adicionales a los puntos de levante recogidos en la ficha UIC 580, se realizará una prueba de remolcado para verificar, independientemente de la evaluación del material rodante, la validez o adecuación del procedimiento para recuperar el material rodante en dificultades.

#### 4.2.6.2.2 Acoplamientos y freno.

- Acoplamiento mecánico.—Si el vehículo que necesita socorro no dispone de dispositivos de choque y tracción convencionales conforme a la ficha UIC 520, deberá disponer de un enganche especial para casos de emergencia, que le permita ser empujado o remolcado por vehículos equipados de gancho UIC, admitiéndose el empleo de los elementos auxiliares necesarios.

En el caso de vehículos con enganche automático tipo 10, los enganches especiales para casos de emergencia serán conforme al apartado 4.2.2.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad. Éstos permitirán preferentemente una circulación a 100 km/h en tracción para material rodante que circule por líneas de alta velocidad (60 km/h para material rodante que circule por líneas convencionales) y hasta 30 km/h en empuje.

- Acoplamiento neumático.—El material rodante se podrá acoplar neumáticamente (TDP y TFA) con un vehículo o conjunto de vehículos que disponga de semiacoplamientos conforme a la ficha UIC 541-1.

- Freno de aire comprimido.—El freno del tren socorrido deberá poder funcionar cuando el socorro sea realizado por un tren equipado de freno de aire comprimido conforme a la ficha UIC 540.

Se comprobarán los requisitos anteriores durante la prueba de remolcado del vehículo en fase tipo.

#### 4.2.6.2.3 Levante.

- Aparatos especiales.—Si para proceder al levante se requiere de aparatos distintos de los convencionales (gatos, eslingas, etc.), éstos deberán estar disponibles en los coches.

- Puntos de anclaje.—La localización de puntos de anclaje para levante será conforme a la ficha UIC 580.

4.2.7 Condiciones ambientales.—El material rodante, así como los equipos de a bordo, podrá ponerse en servicio y funcionar con normalidad en las condiciones de humedad, lluvia, nieve, granizo hielo y contaminación especificadas en el capítulo 4 de la norma UNE-EN 50125-1, y en particular:

- en las condiciones de temperatura descritas como categoría T3 en la UNE-EN 50125-1

- con una temperatura ambiente de 50 °C durante 4 horas seguidas

- a una altura de hasta 1.400 m sobre el nivel del mar (categoría A1)

Los equipos montados en el techo del material rodante podrán ponerse en servicio y funcionar con normalidad con una temperatura ambiente de 45 °C y una radiación de 1120 W/m<sup>2</sup> durante un periodo de insolación continuada de 8 horas.

#### 4.3. Condiciones de salud y protección del medio ambiente.

4.3.1 Ruido.—El material rodante que circule por líneas de alta velocidad, ya sea en circulación o parado, respetará los límites de emisión sonora establecidos en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El material rodante que circule por líneas convencionales respetará los límites de emisión sonora establecidos en la ETI de Material Rodante-Ruido Convencional.

Las mediciones del ruido emitido se realizarán en el ensayo de tipo conforme a la ETI de Material Rodante que sea de aplicación.

4.3.2 Perturbaciones electromagnéticas.—El material rodante no emitirá perturbaciones electromagnéticas por encima de los límites establecidos en la norma UNE-EN 50121-3-1, con el fin de no interferir con las instalaciones ferroviarias y complementarias, los equipos

y las redes públicas o privadas que pudieran verse afectadas, los cuales cumplirán la normativa vigente que les aplique.

La metodología del ensayo de tipo a vehículo completo será conforme a lo establecido en el apartado 6.3 de la norma UNE-EN 50121-3-1.

4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.—Los retretes deberán ser estancos o con sistemas de depuración conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Los sistemas sanitarios (retretes, lavabos, coches cafetería o coches restaurante) del material rodante no deben producir vertidos que puedan afectar a la salud de las personas o al medio ambiente. Se permite la descarga de aguas grises a la vía, aunque limitada a la zona bajo la estructura del material rodante a una distancia inferior a 0,7 m del eje central del material rodante.

Los gases de escape de los motores térmicos auxiliares deberán respetar los niveles de emisiones que se establecen en las Directivas Europeas 2002/88/CE y 2004/26/CE y las sucesivas directivas que modifiquen a éstas.

Para preservar la catenaria, los escapes de los motores térmicos (si los equipa el material rodante) no incidirán directamente sobre la misma.

En el diseño del material rodante se tendrán en cuenta las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de posibles vertidos (líquido de baterías, combustible y aceite) al medio ambiente.

Los ensayos de tipo a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) para las emisiones de los motores térmicos se describen en las Directivas Europeas 2002/88/CE y 2004/26/CE.

4.3.4 Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.—Estará prohibida la utilización en el material rodante de todos los productos y sustancias químicas no permitidas por el Reglamento (CE) 987/2008 (y los sucesivos Reglamentos que lo modifiquen), y el Real Decreto 1802/2008 (y los sucesivos Reales Decretos que lo modifiquen).

Los elementos (zapatas de freno, etc.) que en su funcionamiento sufren desgastes, no podrán contener productos contaminantes como amianto, plomo, etc. conforme al Real Decreto anteriormente citado y al apartado C.5.2 de la ficha UIC 345.

El gas estará prohibido en los coches como combustible de cocinas, calefacción, etc.

4.3.5 Depósitos que contengan líquidos inflamables.—Si el material rodante dispone de ellos, los depósitos que contengan líquidos inflamables respetarán lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.3.6 Exigencias para la protección del medio ambiente.—Se recomienda tener en cuenta en el diseño del material rodante las especificaciones voluntarias para protección del medio ambiente del apartado 3.2 de la ficha UIC 345.

#### 4.4. Normas y pautas de mantenimiento.

4.4.1 Documentación de mantenimiento.—La documentación de mantenimiento deberá describir cómo han de realizarse las intervenciones de mantenimiento. Se consideran como intervenciones de mantenimiento las actividades de inspección, supervisión, ensayos, medidas, sustitución de piezas, ajustes, reparaciones, etc.

Las intervenciones de mantenimiento se dividen en:

- Mantenimiento preventivo; programado y controlado.
- Mantenimiento correctivo.

Para el material rodante de alta velocidad, se cumplirá lo establecido en los apartados 4.2.10 y 4.5 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto del material rodante, en la documentación de mantenimiento deberán incluirse al menos los siguientes aspectos:

– Jerarquía de componentes y descripción funcional: la jerarquía establece los límites del material rodante mediante una relación de todos los elementos que pertenecen a la estructura de producto de ese material rodante y que utilizan un número adecuado de niveles independientes. El último elemento será una unidad sustituible.

- Esquemas de circuitos, esquemas de conexiones y esquemas de cableados.
- Lista de piezas: la lista de piezas deberá contener las descripciones técnicas de las piezas de repuesto (unidades sustituibles) y las referencias del proveedor o fabricante de repuestos, permitiendo la identificación y adquisición de las piezas correctas.

La lista deberá incluir:

- las piezas sujetas a desgaste o degradación,
- las que deban reemplazarse debido a fallos eléctricos o mecánicos,
- o las que deban reemplazarse debido a daños accidentales (por ejemplo, el parabrisas).

Los Componentes Característicos deberán estar indicados y referidos a su correspondiente informe de validación positivo.

– Deberán establecerse los valores límite de desgaste para aquellas piezas que no deberán excederse en servicio; podrá considerarse la posibilidad de establecer restricciones operacionales en modo degradado (valor límite alcanzado).

– Obligaciones legales europeas: cuando los componentes o sistemas estén sujetos a obligaciones legales europeas específicas, se relacionarán dichas obligaciones.

– Plan de mantenimiento.

4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.—El plan de mantenimiento recogerá el conjunto de operaciones que definen cada una de las intervenciones que deben realizarse sobre un vehículo ferroviario y la frecuencia con que éstas han de efectuarse durante toda su vida útil para conservar, en el estado requerido durante su validación, las características técnicas que, en materia de seguridad, fiabilidad, compatibilidad técnica, salubridad, protección medioambiental y, en su caso, interoperabilidad, le fueron exigidas conforme a lo dispuesto en las ETH.

Cada plan de mantenimiento deberá respetar un formato tipo que defina los siguientes aspectos:

- Firma del titular del vehículo.
- Código de identificación del Plan de Mantenimiento.
- Control de edición y revisión.
- Trazabilidad.
- Ciclos de intervenciones de mantenimiento.
- Contenido de las intervenciones de mantenimiento y referencia al documento en el que se desarrollan (este documento deberá especificar los límites de utilización, los procedimientos de revisión y los criterios de aceptación o rechazo).
- Relación de vehículos a los que afecta este plan de mantenimiento.

La periodicidad y el contenido de las intervenciones de mantenimiento serán justificadas, como mínimo, en base a:

- Las exigencias de diseño del fabricante respecto al mantenimiento.
- Las observaciones relativas al mantenimiento.
- La observación del comportamiento en servicio de los diferentes órganos de los vehículos ferroviarios.
- El resultado de eventuales ensayos.
- Si es necesario, estudios de seguridad de funcionamiento.

El plan de mantenimiento está compuesto por todas las tareas que incluyen operaciones, procedimientos, herramientas y tiempos de trabajo requeridos para realizar las intervenciones de mantenimiento. Las intervenciones de mantenimiento incluyen las siguientes actividades:

- Instrucciones de desmontaje/montaje, planos necesarios para el correcto desmontaje/montaje de las piezas de repuesto.
- Criterios de mantenimiento.
- Comprobaciones y ensayos.

- Herramientas y materiales necesarios para la tarea.
- Consumibles necesarios para la tarea.
- Equipos de seguridad y protección del personal.
- Ensayos y procedimientos necesarios que han de llevarse a cabo después de cada operación de mantenimiento, antes de la puesta en servicio del material rodante.
  - Manual de localización y diagnóstico de averías, con diagramas funcionales y esquemas de los sistemas.

Se verificará la existencia de un plan de mantenimiento que incluya los elementos anteriormente mencionados, conforme al apartado 6.2.2.3 de esta ETH.

Todos los aspectos del material rodante relacionados con la seguridad que puedan sufrir un deterioro a lo largo de su vida útil deberán estar contemplados en el plan de mantenimiento e inspeccionarse de acuerdo al mismo, adoptándose medidas correctoras si se observan daños o funcionamiento incorrecto.

Además, se deberán incluir en el plan de mantenimiento aquellas características, que por su novedad o complejidad tecnológica, se considere necesario revisar desde el punto de vista de la seguridad.

4.5 Estudio FDMS.–El fabricante del material rodante deberá presentar un estudio de Seguridad, siendo recomendable ampliar el mismo con los demás aspectos hasta completar el estudio FDMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad). Estos estudios seguirán la norma UNE-EN 50126.

La validación de estos estudios será realizada por un evaluador independiente de seguridad.

## 5. Componentes característicos

5.1 Un Componente Característico es todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados o destinados a ser incorporados en un subsistema, que garantiza por sí mismo el cumplimiento de al menos un requisito funcional o técnico de la ETH, de conformidad con el apartado 3.f) del artículo 5 de la Orden Ministerial FOM/233/2006. El concepto de «Componente Característico» engloba no sólo objetos materiales, sino también inmateriales, como los programas informáticos.

Para los Componentes Característicos recogidos en esta ETH, se tendrán en cuenta las Declaraciones «CE» de conformidad o de idoneidad para el uso de los Componentes de Interoperabilidad validados en las ETI que le pudieran ser de aplicación a los Coches.

5.2 Los Componentes Característicos son objeto de las disposiciones pertinentes de la Orden Ministerial FOM/233/2006 y se recogen en las listas que figuran en la presente ETH.

5.3. Estos Componentes Característicos están sujetos a los requisitos técnicos que les sean de aplicación. La evaluación de la conformidad se realiza validando el cumplimiento de dichos requisitos, conforme al apartado 6.1 de esta ETH. Además, si el componente lo requiere, cuando se monte en el vehículo, se validarán las exigencias de integración del componente en el material rodante (interfaces). En cualquier caso, el cumplimiento de los requisitos aplicables a un determinado elemento del listado incluido en el apartado 5.4, podrá validarse a vehículo completo en lugar de a componente, con lo que dicho elemento no constituiría un Componente Característico.

5.4. A los efectos de la presente ETH, se declara que son «Componentes Característicos», y que podrán validarse como tales, los siguientes:

- los ejes montados, ya sean de ancho fijo (apartados 4.2.1.2.6 y 4.2.1.5.1) o de ancho variable (apartado 4.2.1.5.7),
- los bastidores de bogie (apartado 4.2.1.4),
- las ruedas (apartado 4.2.1.5.3),
- el distribuidor de freno, y las guarniciones o zapatas de freno (apartado 4.2.5.1.1),
- los topes y los enganches extremos (apartado 4.2.6.1.1),
- los semiacoplamiento neumáticos y los enganches de emergencia (apartado 4.2.6.2.2),

- los motores térmicos auxiliares (apartado 4.3.3).

Para los coches con cabina, además se considerarán como «Componentes Característicos» los siguientes:

- las luces (apartado 4.2.3.7) y los dispositivos de advertencia situados en los extremos de la composición (apartado 4.1.5.2),
- los parabrisas de las cabinas de conducción (apartado 4.2.4.3),

#### 6. Evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso

Nota: Los términos «validación» y «evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso» resultan equivalentes a efectos de la evaluación de un componente característico o de un vehículo completo. No obstante, a lo largo de este capítulo 6 se utilizará el término «evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso» por coherencia con el artículo 5.3.g) de la Orden Ministerial FOM/233/2006.

##### 6.1. Componentes característicos.

6.1.1 Procedimiento de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso.–La evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso de un Componente Característico se realizará conforme a lo indicado en los módulos del anexo F de esta ETH.

El solicitante requerirá para tal fin la colaboración de un Organismo Certificador, acreditado según la Orden Ministerial FOM/233/2006.

El procedimiento y el contenido de la evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso se definirán entre el solicitante y el Organismo Certificador, de acuerdo con lo exigido en esta ETH.

Para la evaluación de aquellos Componentes Característicos que hayan sido evaluados según la ETI que les sea de aplicación, cuando los requisitos que precisen cumplir según esta ETH coincidan con los contenidos en dicha ETI, según la tabla del anexo B de esta ETH, será suficiente la certificación CE ya obtenida con motivo de su evaluación según dicha ETI, no siendo necesaria una nueva evaluación de dichos requisitos.

Los componentes característicos ya existentes en el mercado y ya en uso y evaluados, pero que no dispongan de certificación, podrán atenerse a las disposiciones transitorias del apartado 6.1.3.

##### 6.1.2 Aplicación de los módulos.

6.1.2.1 Evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso.–La evaluación de la conformidad deberá abarcar las fases y requisitos marcados con una «X» en el cuadro D.1 del Anexo D de esta ETH. El solicitante elegirá uno de los módulos o combinaciones de módulos indicados en el siguiente cuadro, según el Componente de que se trate.

Apartado	Componente a evaluar	Módulos						
		A*	A1*	B+C	B+D	B+F	H1*	H2
4.1.5.2	Avisadores acústicos (coches con cabina de conducción).		X	X	X		X	X
4.2.1.2.6	Ejes montados.			X	X		X	X
4.2.1.5.1								
4.2.1.4	Bogies.	X		X	X		X	X
4.2.1.5.3	Ruedas.		X		X	X	X	X
4.2.1.5.7.	Ejes montados de ancho variable.				X	X	X	X
4.2.3.7	Luces.	X		X	X		X	X
4.2.4.3	Parabrisas (coches con cabina de conducción).		X		X	X	X	X
4.2.5.1.1	Principio general de frenos de aire comprimido.		X	X	X		X	X
4.2.6.1.1	Enganches extremos.	X			X	X	X	X

Apartado	Componente a evaluar	Módulos						
		A*	A1*	B+C	B+D	B+F	H1*	H2
4.2.6.1.1	Enganches de acero y semiacoplamientos neumáticos.	X		X		X	X	X
4.2.6.1.1	Gancho de tracción y tensor.	X			X	X	X	X
4.2.6.1.1	Topes.	X			X	X	X	X
4.3.3	Motores diesel (emisiones).				X	X	X	X

\* Los módulos A, A1 y H1 se permiten sólo para soluciones existentes, y en las condiciones definidas en el apartado 6.1.2.2.

Aquellos requisitos funcionales y técnicos que se tengan que evaluar tanto a componente característico como a vehículo completo figuran en los cuadros D.1 y E.1 de los Anexos D y E respectivamente.

Adicionalmente, la evaluación de idoneidad para el uso según el procedimiento de validación del Tipo por experiencia en servicio (módulo V) recogido en el anexo F de esta ETH, será necesaria para los Componentes Característicos que lo requieran según la tabla D.1.

6.1.2.2 Soluciones existentes.—Si existe en el mercado un modelo de Componente Característico que ya haya sido evaluado para una aplicación sometida a condiciones comparables, se aplicará el siguiente procedimiento:

El solicitante demostrará que los resultados de los ensayos y verificaciones efectuados en la evaluación anterior del Componente Característico, son conformes con las exigencias de esta ETH. En este caso, los ensayos y verificaciones seguirán siendo válidos para la nueva evaluación. Se permitirán los módulos A, A1 y H1 si están señalados en el cuadro del apartado 6.1.2.1 anterior.

6.1.2.3 Soluciones innovadoras.—Si para un Componente Característico se propone una solución innovadora, el fabricante deberá exponer las diferencias con respecto al apartado correspondiente de esta ETH al organismo que legalmente tenga asignadas las competencias para realizar su proceso de revisión.

Las nuevas especificaciones funcionales y los métodos de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso para estas soluciones se incorporarán a la ETH en su proceso de revisión.

Una vez adoptada la correspondiente decisión, y establecidos los nuevos requisitos y métodos de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso, se permite utilizar la solución innovadora, aunque aún no se haya incorporado a la ETH.

### 6.1.3 Componentes característicos no evaluados.

6.1.3.1 Generalidades.—Durante un período de tiempo limitado, denominado «período de transición», y con carácter excepcional, los componentes característicos no evaluados podrán incorporarse al material rodante a condición de que se cumpla lo dispuesto en este apartado 6.1.3.

6.1.3.2 Período de transición.—El período de transición comenzará a partir de la fecha de entrada en vigor de la presente ETH y durará seis años.

Una vez que haya finalizado este período, y con las excepciones que se permiten en el apartado 6.1.3.3.3, los componentes característicos deberán contar con el preceptivo informe de validación antes de que puedan incorporarse al material rodante.

6.1.3.3 Certificación de los subsistemas que incluyan componentes característicos no validados.

6.1.3.3.1 Condiciones.—Durante el período de transición los organismos certificadores podrán expedir un informe de validación positivo de un vehículo completo, aunque algunos de los componentes característicos incorporados a éste no estén cubiertos por los informes de validación según lo dispuesto en la presente ETH, siempre y cuando se cumpla alguno de los tres criterios siguientes:

- El Organismo Certificador ha comprobado la conformidad del material rodante con respecto a los requisitos de integración (definidos en el capítulo 4 de la presente ETH) de los componentes característicos no validados,

- El Organismo Certificador ha confirmado, mediante evaluaciones adicionales, que la conformidad y la idoneidad para el uso de los componentes característicos se ajusta a los requisitos del capítulo 5 de la presente ETH, y

- Los componentes característicos no cubiertos por el preceptivo informe de validación se han usado en un vehículo puesto en servicio antes de la entrada en vigor de la presente ETH.

No se prepararán declaraciones de conformidad y de idoneidad para el uso para los componentes característicos evaluados de esta manera.

6.1.3.3.2 Notificación.—El informe de validación del material rodante indicará claramente:

- qué componentes característicos han sido evaluados como parte del material rodante;
- y confirmará que estos componentes característicos contenidos en el material rodante son idénticos a los verificados como parte del vehículo completo;
- asimismo, para dichos componentes característicos, expondrá los motivos por los que el fabricante no aportó un informe de validación antes de su incorporación al material rodante.

6.1.3.3.3 Implantación durante el ciclo de vida.—La producción o la rehabilitación o mejora del Componente Característico en cuestión tendrán que haber finalizado dentro de los seis años del período de transición. En lo que se refiere al ciclo de vida del material rodante

- durante el período de transición, y
- bajo la responsabilidad del Organismo que haya expedido la declaración de verificación del material rodante,

estará permitido, para sustituciones relacionadas con el mantenimiento y como piezas de recambio del material rodante, el uso de los componentes característicos que no cuenten con un informe de validación y que sean del mismo tipo construido por el mismo fabricante.

Tras el período de transición y

- hasta que el material rodante se rehabilite, renueve o sustituya, y
- bajo la responsabilidad del organismo que haya expedido la declaración de verificación del material rodante,

podrán continuarse usando, para sustituciones relacionadas con el mantenimiento, los componentes característicos que no cuenten con un informe de validación y que sean del mismo tipo construido por el mismo fabricante.

6.1.3.3.4 Medidas de vigilancia.—Durante el período de transición:

- se vigilará el número y tipo de componentes característicos introducidos en el mercado;
- se garantizará que, cuando el material rodante se presente para autorización, al Organismo Certificador se le especifiquen el componente o componentes característicos no validados y los motivos por los que el solicitante no ha validado el componente característico.

6.2. Vehículos ferroviarios completos.

6.2.1 Procedimiento de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso.—La evaluación de la conformidad se efectuará de la forma regulada por la Orden Ministerial FOM/233/2006.

El solicitante requerirá para tal fin la colaboración a un Organismo Certificador, acreditado según la Orden Ministerial FOM/233/2006.

Para la evaluación de un vehículo que haya sido evaluado según la ETI que le sea de aplicación, cuando los requisitos que precise cumplir según esta ETH coincidan con los contenidos en dicha ETI, según la tabla del anexo B de esta ETH, será suficiente la certificación CE ya obtenida con motivo de su evaluación según dicha ETI, no siendo necesaria una nueva evaluación de dichos requisitos.

La evaluación de la conformidad deberá hacerse, según el apartado 6.2.2 de esta ETH, de acuerdo con un módulo o combinación de módulos (Los módulos se describen en el anexo F de esta ETH).

El procedimiento y el contenido de la evaluación se definirán entre el solicitante y el Organismo Certificador, de acuerdo con lo exigido en esta ETH.

#### 6.2.2 Aplicación de los módulos.

6.2.2.1 Evaluación de conformidad.—El peticionario deberá elegir uno de los módulos o combinaciones de módulos siguientes:

- Módulo SB + Módulo SD
- Módulo SB + Módulo SF
- Módulo SH2

Los requisitos del Material Remolcado de viajeros a ser evaluados durante las correspondientes fases, son los indicados en el cuadro E.1 del anexo E de esta ETH. El peticionario demostrará que cada coche o vagón está fabricada de acuerdo con el Tipo. Una «X» en la columna «Ensayo de serie» del cuadro E.1 del anexo E, indica que el requisito correspondiente deberá verificarse por ensayo en todos y cada uno de los coches o vagones.

El Organismo Certificador podrá establecer verificaciones complementarias, si a su juicio, el sistema de calidad implantado por el fabricante no reúne todas las garantías necesarias.

Cuando el fabricante no disponga de un sistema de calidad, será necesario realizar los ensayos de tipo en todos los vehículos de la serie, de conformidad con los apartados 4.c y 6 del artículo 8 de la Orden Ministerial FOM/233/2006 y la definición de ensayo de serie presente en el anexo A.

Los requisitos de los Componentes Característicos que se indican en el cuadro D.1 del anexo D, quedan cubiertos por la presencia del informe de validación del Componente Característico.

6.2.2.2 Soluciones no recogidas en esta ETH.—Las especificaciones técnicas y funcionales del Material Remolcado de viajeros y sus interfaces, descritas en los apartados 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5, no imponen el uso de tecnologías o soluciones técnicas específicas, excepto cuando sea estrictamente necesario para circular por la Red Ferroviaria de Interés General. Las soluciones innovadoras que no se ajusten a las exigencias de esta ETH o que no sean evaluables en la forma definida en esta ETH, requerirán nuevas especificaciones o nuevos métodos de evaluación, que serán establecidas por el Organismo Certificador teniendo en cuenta la experiencia propia y de otras administraciones que dispongan de un material similar.

Si el Material Remolcado de viajeros incluye una solución innovadora como las aquí definidas, el solicitante deberá exponer las diferencias con respecto al apartado correspondiente de esta ETH al organismo que legalmente tenga asignadas las competencias para realizar el proceso de revisión de esta ETH, para que se establezcan las nuevas especificaciones funcionales y los métodos de evaluación para estas exigencias, y se incorporen a la ETH en su proceso de revisiones.

Una vez adoptada la correspondiente decisión, y establecidos los nuevos requisitos y métodos de evaluación, se permite utilizar la solución innovadora, aunque aún no se haya incorporado a la ETH.

6.2.2.3 Evaluación del mantenimiento.—Se presentará al Organismo Certificador el Plan de mantenimiento conforme a lo indicado en el apartado 4.4.2 de esta ETH, formando parte del dossier técnico.

El Organismo Certificador verificará que el Plan de mantenimiento recoge la información indicada en el apartado 4.4.2 de esta ETH. La evaluación en detalle del contenido queda fuera del alcance de la verificación a realizar por el citado Organismo.

## 7. Aplicación de la ETH al material rodante

7.1. Generalidades.—La normativa de referencia a aplicar en el proceso de validación de material rodante de acuerdo con esta ETH se relaciona en el anexo C en el que se indica la versión de las citadas normas que deben aplicarse.

7.1.1 Material rodante de nueva construcción y nuevo diseño: vehículo tipo.—El procedimiento de aplicación para la validación de este material rodante es el recogido en el Título II de la Orden Ministerial FOM/233/2006.

7.1.1.1 Periodo de validación del vehículo tipo o componente característico tipo (Fase A).—La fase A es el período a lo largo del cual tiene lugar el proceso de validación del vehículo tipo o componente tipo.

Se inicia con la fecha de comunicación del inicio del procedimiento de validación, según lo estipulado en el artículo 9 de la Orden Ministerial FOM/233/2006, y finaliza con el consiguiente informe de validación positivo.

La duración máxima de esta fase será de siete años.

El proceso de validación del vehículo tipo o componente característico tipo deberá haber finalizado en dicho plazo con el informe de validación positivo. Si, una vez acabado este período, no se ha emitido dicho informe, deberá realizarse de nuevo el proceso de validación completo del vehículo o componente.

Si, durante este período, entrara en vigor una versión actualizada de la ETH vigente en el momento del inicio de la validación del vehículo tipo o componente tipo, el solicitante, con la conformidad del Organismo Certificador, podrá optar por el uso de la versión actualizada, ya sea en su totalidad o en lo que respecta a alguno de sus apartados. Esta opción deberá ser documentada y puesta en conocimiento de la Dirección General de Ferrocarriles.

El Organismo Certificador expedirá, junto con el informe de validación positivo, un certificado de validación del vehículo tipo, o un certificado de validación o de conformidad e idoneidad para el uso del componente característico tipo.

7.1.1.2 Periodo de vigencia de la validación de un vehículo tipo o componente característico tipo (Fase B).—La fase B se inicia con la expedición de un certificado de validación del vehículo tipo o componente tipo por el Organismo Certificador y finaliza cuando dicho certificado deja de ser válido, de acuerdo a los criterios expuestos en los subapartados a) y b) de este apartado.

Durante este tiempo, se permite poner en servicio nuevo material rodante del mismo tipo o componentes sin necesidad de realizar una nueva validación de tipo.

a) Requisitos del vehículo.—El certificado de validación de tipo para el vehículo será válido durante un período de siete años. Durante este período, y aunque haya entrado en vigor una nueva versión revisada de la presente ETH no es necesaria una nueva validación de tipo.

Esta fase B podrá prorrogarse. Para ello, antes de que finalice dicha fase, se evaluará el tipo con arreglo a la ETH vigente en ese momento en relación con aquellos requisitos que se hayan modificado o sean nuevos en comparación con la ETH vigente inicialmente. En función de los resultados de esta reevaluación, la fase B se prorrogará los siguientes plazos:

Siete años, si el diseño es totalmente conforme con la nueva ETH.

Tres años más, si se solicita y se acepta una excepción al cumplimiento de la ETH vigente en dicho momento. Antes de que finalicen estos tres años adicionales, se permite volver a realizar el mismo proceso de evaluación y solicitud de excepción una sola vez más.

En el caso en que no entre en vigor una nueva ETH antes del final del período de la fase B, no será necesario evaluar el tipo y la certificación correspondiente permanecerá en vigor durante otros siete años adicionales.

La finalización de la fase B no implica la caducidad de las autorizaciones de puesta en servicio de cada vehículo, ya emitidas. Por lo tanto, el proceso de nueva validación del tipo no implicará la reevaluación de vehículos que ya poseen autorización de puesta en servicio.

b) Requisitos de los Componentes Característicos.—El certificado de validación o de conformidad e idoneidad para el uso será válido durante un período de cinco años de la fase B aunque entre en vigor una nueva ETH.

Antes de que finalice el período de cinco años de la fase B, se evaluarán los componentes con arreglo a la ETH vigente en ese momento en relación con los requisitos que se hayan cambiado o sean nuevos en comparación con los motivos de la certificación.

Si se solicita y se acepta una excepción, el certificado de validación o de conformidad e idoneidad para el uso ya existente permanecerá vigente durante otros tres años en la fase B. Antes de que finalicen los tres años, se permite volver a realizar el mismo proceso de evaluación y solicitud de excepción una sola vez más.

7.1.2 Material rodante de nueva construcción de un diseño existente ya validado («continuación de serie»).—El procedimiento de validación se desarrollará en una Resolución Circular específica de la Dirección General de Ferrocarriles. Además se tendrá en cuenta lo que le sea de aplicación del apartado 7.1.1.

7.1.3 Material rodante ya autorizado modificado.—El procedimiento aplicable es el recogido en la «Resolución Circular de la Dirección General de Ferrocarriles 10/2008 sobre el procedimiento de validación en los casos de solicitud de autorización de puesta en servicio de material rodante modificado, conforme a la Orden FOM/233/2006 sobre condiciones de homologación de material rodante ferroviario».

7.2. Particularidades.—En el caso particular de que los coches incorporen elementos cuyos requisitos no estén regulados por esta ETH, pero los cuales sí estén contemplados en otras ETH (locomotoras, material autopropulsado, vagones o material auxiliar), se aplicarán directamente a los elementos citados los requisitos de éstas últimas, siempre y cuando el vehículo completo siga cumpliendo los requisitos esenciales de las ETH. El Organismo Certificador decidirá los requisitos de las otras ETH que aplican en cada caso.

Se generará un único informe de validación para la homologación, incluso en el caso de que al material rodante le sean de aplicación varias ETH, conforme a lo citado en el párrafo anterior.

Cuando debido a circunstancias excepcionales ajenas al material, no pueda realizarse en su totalidad alguna de las pruebas previstas en esta ETH, esta circunstancia deberá reflejarse en el informe de validación y justificarse el cumplimiento del requisito por métodos alternativos debidamente contrastados.

Los vehículos tipo Talgo se consideran en esta ETH como vehículos permanentemente acoplados (ver definición en Anexo A).

7.3 Recorridos previos a la autorización de puesta en servicio.—Como última fase del proceso de validación del vehículo se realizarán unos recorridos finales con el objeto de verificar:

- la compatibilidad técnica entre los distintos elementos del vehículo y la integración segura de los mismos.
- la compatibilidad técnica entre el vehículo y la red en la que vaya a circular.

Los recorridos serán válidos para obtener tanto la Autorización de Puesta en Servicio como la Autorización de Circulación. Independientemente, estos recorridos podrán servir, entre otros fines, para obtención de habilitación del personal de conducción, para simulación comercial, etc.

Los recorridos deberán realizarse en la configuración estable del vehículo. Serán independientes de los recorridos realizados durante los procesos de validación del resto de requisitos o dentro de las pruebas serie del vehículo.

Si durante la realización de estos recorridos se produjera una incidencia que afectase a la seguridad en la circulación, deberán iniciarse de nuevo los recorridos una vez realizadas las modificaciones necesarias para solventar la incidencia.

El procedimiento para fijar estos recorridos, su control e informes finales a emitir se establecerán a través de la correspondiente Resolución Circular de la Dirección General de Ferrocarriles.

7.4 Expediente técnico de validación.—Este apartado se desarrollará en una Resolución Circular de la Dirección General de Ferrocarriles.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

#### **Glosario de términos de la ETH**

**Cabina de conducción:** Compartimento ubicado al menos en un extremo de un vehículo, equipado con mandos e instrumentos para controlar, al menos, la tracción y el frenado del tren.

**Cabina de maniobras:** Aquellas cabinas destinadas a ser utilizadas con condiciones de circulación restringidas (por ejemplo, instalaciones de cambio de ancho), que disponen de un equipamiento reducido, aunque con los mismos mandos de freno que las cabinas de conducción.

**Componente Característico del sistema ferroviario:** Todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados o destinados a ser incorporados en un subsistema ferroviario, que garantiza por sí mismo el cumplimiento de al menos un requisito funcional o técnico de la ETH. No engloba sólo objetos materiales, sino también inmateriales, como los programas informáticos.

**Continuidad eléctrica entre carriles (shuntado):** Conductividad eléctrica entre las dos ruedas de cada eje del tren, que supone una resistencia eléctrica muy baja.

**Encerrojamiento:** Proceso de variación de anchura de un eje de ancho variable, entre sus posibles configuraciones, y por el cual queda bloqueado en una de ellas.

**Evaluador independiente de seguridad:** Un evaluador independiente de seguridad será aquel que cumpla los requisitos establecidos en las normas UNE-EN 50126 y UNE-EN 50129 para actuar como tal y esté debidamente reconocido por la Autoridad Ferroviaria para desempeñar esta actividad. Para ello, además de los requisitos de dichas normas, deberá demostrar experiencia en España u otros países de la Unión Europea.

Tendrán la consideración de «evaluador independiente de seguridad» sin necesidad de acreditación adicional, los Organismos de Certificación definidos en la Orden FOM/233/2006.

En el caso de empresas ferroviarias, el cumplimiento de los requisitos para disponer de un evaluador independiente de seguridad integrado dentro de su organización, podrá justificarse a través de su sistema de gestión de la seguridad y, por tanto, la aceptación de la autoridad nacional de seguridad de dicho evaluador podrá realizarse a través del certificado de seguridad.

Las empresas ferroviarias con certificado de seguridad en vigor acreditativo de la existencia de un sistema propio de gestión de la seguridad, podrán solicitar de la Autoridad Ferroviaria el reconocimiento de su competencia para acreditar como evaluador independiente de seguridad, a aquellas dependencias de su organización que cumplan los siguientes requisitos:

- a. Disponibilidad de personal de plantilla con la capacidad técnica necesaria.
- b. Experiencia documentada en la aplicación de las normas UNE-EN 50126 y UNE-EN 50129 al material rodante ferroviario.

c. Autonomía orgánica y funcional del evaluador, de las unidades de la empresa encargadas de la ejecución material de la modificación o promotoras de la misma.

d. Justificación de que las condiciones anteriores se han mantenido en el tiempo durante un plazo suficiente y podrán mantenerse en el futuro.

Una vez que la Autoridad Ferroviaria haya reconocido a la citada dependencia como «evaluador independiente de seguridad», ésta deberá quedar integrada, como tal, en el sistema de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria en el momento en que se lleve a cabo la primera renovación obligatoria de su certificado de seguridad.

Fase de análisis de diseño: Examen documentado completo y sistemático de la concepción del vehículo, o del componente característico, que permite evaluar su capacidad para cumplir las exigencias de diseño requeridas por las ETH.

Fase de ensayo de tipo: Conjunto de ensayos y pruebas que permiten evaluar y comprobar en uno o, si fuera necesario, en varios vehículos ferroviarios representativos de la fabricación, o en un componente característico, el grado de cumplimiento de las exigencias de ensayo de tipo requeridas por las ETH.

Fase de ensayo de serie: Conjunto de ensayos y pruebas que permitan evaluar y comprobar el cumplimiento, para cada uno de los vehículos ferroviarios fabricados, de las exigencias de ensayo de serie que se recojan como tales en las ETH. Esta fase será de aplicación, únicamente, cuando la producción de los vehículos ferroviarios se realice bajo un sistema de calidad. Es decir, cuando no se disponga de un sistema de calidad, se deberán realizar los ensayos de tipo en todos los vehículos de la serie.

Fase de proceso de fabricación: Conjunto de ensayos, pruebas y auditorías previstas en las ETH para el proceso de fabricación de componentes característicos.

Fase de experiencia en servicio: Validación del cumplimiento de las especificaciones de aptitud para el uso del componente característico, por medio de su utilización en servicio, durante un periodo de tiempo o recorrido determinado.

FDMS: Siglas de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad.

Líneas de Alta Velocidad: Infraestructuras ferroviarias de la Red Ferroviaria de Interés General, incluyendo los sistemas de gestión del tráfico, de posicionamiento y de navegación, instalaciones técnicas de tratamiento de datos y de telecomunicaciones previstas para el transporte de viajeros. Se consideran las siguientes categorías:

- líneas especialmente construidas para la alta velocidad equipadas para velocidades por lo general iguales o superiores a 250 km/h;
- líneas especialmente acondicionadas para la alta velocidad equipadas para velocidades del orden de 200 km/h;
- líneas especialmente acondicionadas para la alta velocidad, de carácter específico debido a dificultades topográficas, de relieve o de entorno urbano, cuya velocidad deberá ajustarse caso por caso. Esta categoría también incluye las líneas de interconexión entre las redes de alta velocidad y convencional, las líneas a través de estaciones, accesos a terminales, almacenes, etc. recorridas a velocidad convencional por material rodante de alta velocidad.

Líneas Convencionales: Infraestructuras ferroviarias de la Red Ferroviaria de Interés General, incluyendo los sistemas de gestión del tráfico, de posicionamiento y de navegación, instalaciones técnicas de tratamiento de datos y de telecomunicaciones previstas para el transporte de viajeros y mercancías, exceptuando las líneas de alta velocidad. Se consideran las siguientes categorías:

- líneas previstas para el tráfico de viajeros;
- líneas previstas para el tráfico mixto (viajeros y mercancías);
- líneas especialmente construidas o acondicionadas para el tráfico de mercancías;
- nudos de viajeros;
- nudos de transporte de mercancías, incluidas las terminales intermodales;
- las vías de enlace entre los elementos anteriormente citados.

Material rodante de Alta Velocidad: Material rodante concebido para garantizar una circulación segura e ininterrumpida:

– a una velocidad de 250 km/h como mínimo, en las líneas construidas especialmente para la alta velocidad, pudiéndose al mismo tiempo, en las circunstancias adecuadas, alcanzar velocidades superiores a los 300 km/h;

– a una velocidad del orden de 200 km/h en las líneas existentes acondicionadas especialmente;

Material rodante Convencional: Material rodante apto para circular por las líneas Convencionales, incluyendo:

- Las unidades autopropulsadas (trenes automotores) térmicas o eléctricas.
- Las locomotoras (unidades motrices) térmicas o eléctricas.
- Los coches de viajeros.
- Los vagones de mercancías, incluidos el material rodante diseñado para el transporte de camiones.

Se incluye el material auxiliar utilizado en la construcción y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias.

Cada una de estas categorías puede subdividirse en:

- Vehículos para uso internacional.
- Vehículos para uso nacional.

Puertas exteriores de acceso: Puertas habilitadas en los laterales del exterior del material rodante para permitir el acceso y la salida tanto a los viajeros como a la tripulación, exceptuando aquellas habilitadas exclusivamente para el acceso del personal de conducción.

Puertas exteriores de acceso a la cabina de conducción: Puertas habilitadas en los laterales del exterior del material rodante para permitir el acceso del personal de conducción.

Puertas de intercomunicación entre coches: Puertas habilitadas en el material rodante para permitir la circulación de viajeros y tripulación entre los vehículos.

Puertas interiores: Puertas habilitadas en el interior del material rodante para permitir el acceso a compartimentos y aseos. Se incluyen también las puertas para uso exclusivo del personal de servicio.

Sistema de radiotelefonía: Sistema incorporado a los vehículos que permite la comunicación entre la cabina de conducción y el puesto de control, y adicionalmente entre:

- el personal del tren y la cabina de conducción,
- el personal del tren y el puesto de control.

Subsistema: División del sistema ferroviario de carácter estructural o funcional, para el que deben definirse requisitos esenciales. El subsistema «Material rodante» comprende la estructura, el sistema de mando y de control de todos los equipos del tren, de tracción y transformación de la energía, de frenado y de acoplamiento, los conjuntos de rodadura (bogies, ejes) y la suspensión, las puertas, las interfaces hombre/máquina (maquinista, personal de tren y viajeros, incluidas las necesidades de las personas con movilidad reducida), los dispositivos de seguridad pasivos o activos y los dispositivos necesarios para la salud de los viajeros y del personal de tren.

TDP: Siglas de Tubería de Depósitos Principales.

TFA: Siglas de Tubería de Freno Automático.

Vehículo de caja inclinable: Vehículo equipado de un sistema activo o pasivo que permite inclinar la caja del mismo para reducir las aceleraciones laterales en las curvas.

Vehículo aislado: Vehículo que no se encuentra conectado a ningún otro vehículo.

Vehículo acoplado: Vehículo que se encuentra conectado a otro u otros vehículos y circula de manera solidaria a éstos.

Vehículos permanentemente acoplados: Vehículos cuyo acoplamiento o desacoplamiento debe realizarse únicamente en taller.

## ANEXO B

## Correspondencia entre apartados de la ETH y las ETI

(La información recogida en este anexo es a título informativo)

El apartado 2.b) del Artículo 22 de la Directiva 2008/57/CE sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad, establece los aspectos que la Autoridad de Seguridad de un Estado Miembro puede verificar en el material rodante que cuente con todas las declaraciones «CE», con vistas a la concesión de la autorización de entrada en servicio.

Basadas en dichos aspectos, se han incluido en esta ETH exigencias complementarias en los casos siguientes:

- Casos específicos aprobados (capítulo 7 de las distintas ETI).
- Puntos abiertos y cuestiones pendientes
  - o Anexo L de la ETI MR AV 2008: «Aspectos no especificados en la ETI «Material rodante de alta velocidad» y para los que es precisa notificación de las normas nacionales».
  - o Puntos abiertos en desarrollos normativos de futuras ETI aún no publicadas.
  - o Anexo G de las ETI CMS AV 2006 y ETI CMS CR 2006: «Cuestiones pendientes».

Estos puntos se han cerrado basándose en las premisas fundamentales de normas europeas, ya sean normas armonizadas, o bien normas de amplio reconocimiento y uso en ausencia de aquellas.

- Exigencias basadas en desarrollos normativos de futuras ETI aún no publicadas.
- Exigencias relacionadas con la compatibilidad técnica entre los subsistemas pertinentes de los vehículos y la integración segura de los mismos.
- Exigencias relacionadas con la compatibilidad técnica entre el vehículo y la red nacional.

La tabla que figura a continuación establece una correspondencia entre los apartados de esta ETH y los apartados de las ETI relacionados con aquellos, e incluye además, en forma resumida, las exigencias complementarias mencionadas, que deberá cumplir el vehículo que cuente con todas las declaraciones «CE». Deberá consultarse el capítulo 4 de esta ETH para mayor detalle.

En el momento en que aparezcan nuevas versiones de las ETI, se procederá a revisar este anexo consecuentemente.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.1	Exigencias de seguridad.		
4.1.1	Seguridad de las personas en el material rodante y en accesos al mismo.		
4.1.1.1	Resistencia de la caja de los vehículos.	ETI MR AV (4.2.2.3, Anexo L).	Prueba serie de comprobación de soldaduras y verificación dimensional del bastidor.
4.1.1.2	Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.	ETI MR AV (Anexo A).	Para material convencional, EN 15227.
4.1.1.3	Abrazaderas de seguridad.	ETI MR AV (Anexo L).	EN 12663.
4.1.1.4	Variaciones de presión en túneles.	ETI MR AV (4.2.6.4).	La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.
4.1.1.5	Seguridad contra incendios.	ETI MR AV (4.2.7.2.2, 4.2.7.2.3.2, 7.1.7, 7.3.2.23, Anexo L) ETI Túneles (4.2.5).	Plan de seguridad contra incendios aprobado por el operador y la NSA. Plan de actuación, evacuación y rescate aprobado por la NSA. Caso específico temporal declarado (Seguridad frente al fuego: DT-PCI/5A) Prueba serie: colocación extintores y medios de evacuación, funcionamiento de sistemas de extinción y alarmas de incendio, si dispone de ellos.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.1.1.6	Lunas laterales de viajeros.		ECE/324/R43 Resistencia a impacto y características de visibilidad.
4.1.1.7	Otros cristales interiores.		Resistencia según las fichas UIC 564-1 y 651.
4.1.2	Viajeros y tripulación.		
4.1.2.1	Puertas exteriores de acceso.		
4.1.2.1	Puertas exteriores de acceso.	ETI MR AV (4.2.2.4.2) ETI PMR (4.2.2.4.2).	RD 1544/2007 (PMR's) UIC 558 (línea UIC) Prueba serie: lazos de seguridad, mando de puertas, diagnóstico en caso de avería.
4.1.2.2	Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.		
4.1.2.2	Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.	ETI PMR (4.2.2.4.3).	RD 1544/2007 (PMR's) UIC 560 y 561.
4.1.2.3	Aparatos de alarma.		
4.1.2.3	Aparatos de alarma.	ETI MR AV (4.2.5.3, Anexo L) ETI Túneles (4.2.5.8).	Dispositivo con funcionalidad equivalente al SAFI (UIC 541-5).
4.1.2.4	Situaciones de emergencia.		
4.1.2.4.1	Salidas de emergencia.	ETI MR AV (4.2.7.1.1).	No hay exigencias complementarias.
4.1.2.4.2	Iluminación de emergencia.	ETI MR AV (4.2.7.12), ETI Túneles (4.2.5.9).	Elementos fotoluminiscentes conforme a UNE 23035-1 y UNE 23035-2. Prueba serie: disposición de elementos fotoluminiscentes, dispositivos de emergencia y pictogramas.
4.1.2.5	Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.		
4.1.2.5	Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.	ETI PMR.	UIC 565-3 RD 1544/2007 (PMR's).
4.1.3	Cabinas de conducción.		
4.1.3.1	Configuración.	ETI MR AV (4.2.2.6, Anexo L).	UIC 651 para aspectos no recogidos en la ETI MR AV.
4.1.3.2	Inscripciones y rótulos.	ETI MR AV (Anexo L).	UIC 640 (apartados 3, 4 y 5) UIC 660 para AV Prueba serie: inspección visual de inscripciones y rótulos y de su correcta ubicación.
4.1.4	Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.		
4.1.4	Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.	ETI MR AV (4.2.7.3).	Prueba serie: rótulos de advertencia, resistencia entre caja y carril, puestas a tierra.
4.1.5	Personas situadas cerca de la vía.		
4.1.5.1	Efecto aerodinámico del tren.	ETI MR AV (4.2.6.2).	La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.
4.1.5.2	Avisadores acústicos.	ETI MR AV (4.2.7.4.2, Anexo L).	Se podrá utilizar de manera independiente la segunda bocina, aunque posea un tono diferente, si la primera se avería. Prueba serie: comprobar que emite 2 tonos.
4.1.6	Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.		
4.1.6	Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.	ETI MR AV (Anexo L).	UNE-EN 286-3 UNE-EN 286-4 RD 1495/1991.
4.2	Requisitos funcionales y técnicos.		
4.2.1	Compatibilidad con la vía y las estructuras.		

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.1.1	Gálibo.		
4.2.1.1	Gálibo.	ETI MR AV (4.2.3.1) ETI MR AV (4.2.3.9): Coeficiente de suspensión.	Instrucción de gálibos ferroviarios. Caso específico declarado (Gálibo: contorno de referencia GHE16 para ancho 1668 mm). Gálibos cinemáticos mayores para circular por una línea cuando el administrador de la infraestructura lo permita. Prueba tipo: medición de contornos.
4.2.1.2	Seguridad de marcha.		
4.2.1.2.1	Comportamiento dinámico del material.	ETI MR AV (4.2.3.4) ETIMRAV(4.2.3.4.10): R u e d a s independientes.	5 tipos de velocidad en curva.
4.2.1.2.2	Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.	ETI MR AV (4.2.1.2.b, 4.2.3.4).	UIC 518-1.
4.2.1.2.3	Sistema de detección de inestabilidad.	ETI MR AV (4.2.3.4.2.d, 4.2.3.4.5).	Prueba serie: instalación del sistema, avisos en cabina, actuación del sistema.
4.2.1.2.4	Aptitud para circular por curvas de radio reducido.	ETI MR AV (4.2.3.7): 150 m.	250 m en vía general. 150 m en vía general, sin respetar gálibo. 100 m a velocidad reducida, aislado, sin respetar gálibo.
4.2.1.2.5	Circulación por curvas/contracurvas.	ETI MR AV (Anexo L).	UIC 527-1, 528 y 510-2.
4.2.1.2.6	Características geométricas de los ejes montados.	ETI MR AV (Anexo M).	UNE-EN 13260 UIC 510-1, 510-2, 430-1 y 813 Espesor de pestaña y distancias entre caras internas y activas en ancho 1668 mm. Caso específico declarado (dimensiones de los ejes montados y espesor de pestaña en ancho 1668 mm). Pruebas tipo y serie: comprobar dimensiones.
4.2.1.2.7	Franqueo de alabeos de vía.	ETI MR AV (Anexo L).	UNE-EN 14363.
4.2.1.2.8	Vientos transversales.	ETI MR AV (4.2.6.3, Anexo L).	La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista y con la locomotora aerodinámicamente más desfavorable de las previstas.
4.2.1.2.9	Cruce en túneles.	ETI INF AV (4.2.16.1) ETI MR AV (4.2.6.4).	UNE-EN 14067-3 UNE-EN 14067-5.
4.2.1.3	Solicitaciones.		
4.2.1.3.1	Carga por eje.	ETI MR AV (4.2.3.2).	Prueba tipo según UNE-EN 50215.
4.2.1.3.2	Esfuerzos verticales estáticos.	ETI MR AV (4.2.3.4.3.d).	UIC 510-2.
4.2.1.3.3	Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	ETI MR AV (4.2.3.4.3.c).	UNE-EN 14363 UIC 518-1 Caso específico declarado (Esfuerzo de guiado cuasiestático: cálculo del valor límite para ancho 1668 mm).
4.2.1.3.4	Fuerzas longitudinales sobre la vía.	ETI MR AV (4.2.3.4.3.b).	No hay exigencias complementarias.
4.2.1.4	Exigencias de los bogies.	Concepción, fabricación y validación.	
4.2.1.4	Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	ETI MR AV (Anexo L).	UNE-EN 13749 Prueba serie de comprobación de soldaduras y verificación dimensional del bastidor.
4.2.1.5	Exigencias de los ejes.		
4.2.1.5.1	Ejes montados.	ETI MR AV (4.2.3.4.10, Anexo L).	UNE-EN 13260 UIC 510-2 y 813.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.1.5.2	Cuerpos de eje.	ETI MR AV (4.2.3.4.9, Anexo L).	UNE-EN 13103, 13104 y 13261.
4.2.1.5.3	Ruedas.	ETI MR AV (4.2.3.4.7, 4.2.3.4.8, 4.2.3.4.9.2, Anexo L).	UNE-EN 13979-1 y 13262 UIC 510-2 y 510-5 Ruedas de velo perforado: según Anexo H de esta ETH.
4.2.1.5.4	Rodamientos.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3.2, 4.2.3.4.10).	UNE-EN 12080 y 12082.
4.2.1.5.5	Grasa.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3.2).	UNE-EN 12081 y 12082.
4.2.1.5.6	Caja de grasa.	ETIMRAV(4.2.3.3.2.3.2, 4.2.3.4.10).	UNE-EN 12082.
4.2.1.5.7	Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.		Requisitos adicionales para los ejes de ancho variable: según anexo G de esta ETH. Caso específico declarado (ejes de ancho variable).
4.2.2	Compatibilidad con la alimentación de la energía eléctrica (sólo para coches con pantógrafo).		
4.2.2.1	Instalaciones de alimentación de energía eléctrica.		
4.2.2.1.1	Rango de funcionamiento (tensión y frecuencia). Funcionamiento normal.	ETI MR AV (4.2.8.3.1.1).	Ensayo tipo según UNE-EN 50215 (9.15.3).
4.2.2.1.2	Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	ETIMRAV(4.2.8.3.6.6, Anexo L).	Requisitos UNE-EN 50388 (cap. 11) solo para 20 ms. Disyuntores: ensayo serie a componente según UNE-EN 60077-4.
4.2.2.1.3	Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	ETI MR AV (4.2.8.3.4.2).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.1.4	Paso de secciones de separación de fase.	ETIMRAV(4.2.8.3.6.2, 4.2.8.3.6.7) ETI ENE AV (4.2.2.1).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.1.5	Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.	ETI MR AV (4.2.8.3.6.8) ETI INF AV.	UIC 611 (5.3) para secciones de separación de sistema no conformes con las ETI.
4.2.2.1.6	Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.		UNE-EN 50215.
4.2.2.1.7	Sobretensiones generadas por el material rodante.	ETI MR AV (4.2.8.3.4.1).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.2	Pantógrafos.		
4.2.2.2	Pantógrafos.	ETI MR AV (4.2.8.3.7, 4.2.8.3.8, 7.3.2.19).	Caso específico declarado (Pantógrafos de 1950 mm en líneas tipo II y III).
4.2.2.3	Línea de tren.		
4.2.2.3	Línea de tren.		UIC 550 y 552 Prueba tipo según la norma UNE-EN 61287-1.
4.2.2.4	Ventilación de baterías.		
4.2.2.4	Ventilación de baterías.		UNE-EN 50272.
4.2.3	Sistemas de Control-Mando y Señalización y sus interfaces.		
4.2.3.1	Compatibilidad con los sistemas de mando y control. Perturbaciones.		
4.2.3.1	Compatibilidad con los sistemas de mando y control. Perturbaciones.	ETI MR AV (4.2.6.6) ETI CMS AV y Conv. (4.2.12, 4.3.2.6, Anexo A).	No hay exigencias complementarias.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.3.2	Compatibilidad con los circuitos de vía.		
4.2.3.2.1	Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	ETI MR AV (4.2.3.3.1) ETI CMS AV y Conv. (Anexo A).	Prueba serie en vehículos que carezcan de cuerpo de eje clásico.
4.2.3.2.2	Corrientes armónicas.	ETI MR AV (4.2.6.6.1 y anexo L).	Requisitos y ensayos tipo y serie para protección de circuitos de vía.
4.2.3.3	Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria.		
4.2.3.3.1	Corrientes psfométricas.	ETI MR AV (4.2.6.6.1 y anexo L).	Estudio de perturbaciones y ensayo tipo según UNE-EN 50121-3-1.
4.2.3.3.2	Sistemas de megafonía.	ETI MR AV (4.2.5.1) ETI CMS AV y Conv. (Anexo B, parte 2).	UIC 558 y 568 Ensayo serie.
4.2.3.4	Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes.		
4.2.3.4.1	Temperatura.	ETI MR AV (4.2.3.3.2).	Temperaturas según RGC.
4.2.3.4.2	Cajas de grasa.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3).	Caso específico declarado (cajas de grasa: zona visible a los detectores en vía, en ancho 1668 mm).
4.2.3.4.3	Equipo embarcado.	ETI MR AV (4.2.3.3.2, Anexo L).	Ensayos serie.
4.2.3.5	Accionamiento de pedales y contadores de ejes.		
4.2.3.5	Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	ETI CMS AV y Conv. (4.2.11, Anexos A y G).	UNE-EN 50238.
4.2.3.6	Dispositivo de vigilancia H.M.		
4.2.3.6	Dispositivo de vigilancia H.M.	ETI MR AV (4.2.7.8).	UIC 641 y 651 (4.3.2.6) Ensayos tipo y serie según UIC 641.
4.2.3.7	Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.		
4.2.3.7	Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	ETI MR AV (4.2.7.4.1).	Dimensiones de luces según UNE-EN 15153-1 Ensayo serie a vehículo completo.
4.2.3.8	Marcas de identificación del material rodante.		
4.2.3.8	Marcas de identificación del material rodante.	ETI MR AV (4.2.7.15 y Anexo L).	UIC 660 ó 640, UIC 438-3, 545, 552 y 580 Prueba serie.
4.2.4	Cabinas de conducción.		
4.2.4.1	Equipos del puesto de conducción.	ETI MR AV (4.2.4.3 freno, 4.2.5.3 alarma viajeros, 4.2.7.14 y anexo L).	Equipos en cabina (salvo freno y alarma viajeros) y ensayos tipo y serie.
4.2.4.2	Ergonomía de cabina.	ETI MR AV (4.2.2.6, Anexo L) ETI MR-Ruido Conv. (4.2.3).	UIC 651 UIC 643 (1): prueba silbato UNE-EN 13272: iluminación Prueba tipo.
4.2.4.3	Visibilidad y protección del personal de la cabina.	ETI MR AV (4.2.2.6, 4.2.2.7, Anexo J.2.2, Anexo L).	UIC 651 (visibilidad de pie) E/ECE/324 R43 para lunas laterales.
4.2.4.4	Climatización de la cabina de conducción.	ETI MR AV (4.2.7.7).	No hay exigencias complementarias.
4.2.5	Exigencias relativas al frenado del material rodante.		
4.2.5.1	Concepción del freno.		
4.2.5.1.1	Principio general de frenos de aire comprimido.	ETI MR AV (4.2.4.1, 4.2.4.3, Anexo L).	UIC series 540 a 547 para frenos neumáticos UNE-EN 286-3, UNE-EN 286-4 y RD 1495/1991 para depósitos de aire Elementos de fricción fusibles respecto a la rueda Ensayos serie.
4.2.5.1.2	Requerimientos del sistema de frenado.	ETI MR AV (4.2.4.3).	UIC 540 a 543.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.5.1.3	Características mínimas de frenado.	ETI MR AV (4.2.4.1, 4.2.4.4).	RGC UIC 544-1 Prueba serie: frenadas en tara.
4.2.5.1.4	Distancia de parada con freno de urgencia.	ETI MR AV (4.2.4.1).	Freno neumático UIC u otro sistema con nivel de seguridad equivalente. RGC UIC 544-1 Prueba serie: frenada en tara – Línea Madrid-Sevilla: frenadas en tara 1700 m desde 200 km/h con ASFA.
4.2.5.1.5	Límites de adherencia en frenado.	ETI MR AV (4.2.4.2).	No hay exigencias complementarias.
4.2.5.1.6	Sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados.	ETI MR AV (4.2.8.2).	UIC 541-05 Prueba tipo.
4.2.5.1.7	Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.	ETI MR AV (4.2.4.5, Anexo L).	– Frenos electromagnéticos: según UIC 541-06 y límite 220 km/h. – Frenos de Foucault: configuración serie en cada bogie.
4.2.5.1.8	Dispositivo automático de recuperación del juego.	ETI MR AV (Anexo L).	Dispositivo automático de recuperación del juego.
4.2.5.2	Prestaciones del freno.		
4.2.5.2.1	Prestaciones del freno de servicio.	ETI MR AV (4.2.4.1.a, 4.2.4.4).	Freno progresivo en apriete y afloje.
4.2.5.2.2	Prestaciones del freno de estacionamiento.	ETI MR AV (4.2.4.6).	– Exigencias para material convencional: UIC 544-1 (apartado 8). – Pendientes máximas según línea.
4.2.5.2.3	Comportamiento térmico de los frenos.	ETI MR AV (4.2.4.7).	Diseño de freno para soportar dos frenadas de urgencia consecutivas a v. máx. y ensayo tipo.
4.2.6	Exigencias para el choque y la tracción del material rodante.		
4.2.6.1	Choque y tracción.		
4.2.6.1.1	Enganches extremos.	ETI MR AV (4.2.2.2, Anexo K).	UIC 528, 520, 522-2, 430-2, 521, 541-1, 648 Alturas y distancia entre topes. Caso específico declarado (distancia entre topes en ancho 1668 mm).
4.2.6.1.2	Dispositivos de choque y tracción en vehículos permanentemente acoplados.		Requisitos en cuanto a resistencia (mayor que los extremos).
4.2.6.2	Socorro del tren.		
4.2.6.2.1	Procedimiento de operación.	ETI MR AV (4.2.7.5, Anexo L).	Prueba de remolcado cuando se requieran dispositivos adicionales a los puntos de levante según UIC 640 o 660.
4.2.6.2.2	Acoplamientos y freno.	ETI MR AV (4.2.2.2, 4.2.4.8, Anexos K.2 y L).	Límites de velocidad en tracción y en empuje UIC 541-1 y 540.
4.2.6.2.3	Levante.	ETI MR AV (4.2.7.5, Anexo L).	Incluir aparatos especiales en el vehículo. Puntos de anclaje según UIC 640 y UIC 660 (A.V.).
4.2.7	Condiciones ambientales.		
4.2.7	Condiciones ambientales.	ETI MR AV (4.2.6.1).	Requisitos relativos a las condiciones ambientales propias de España Requisitos para equipos montados sobre techo Caso específico declarado (Condiciones ambientales: temperatura).
4.3	Condiciones de salud y protección del medio ambiente.		
4.3.1	Ruido.	ETI MR AV (4.2.6.5) ETI MR-Ruido Conv. (4.2.2).	No hay exigencias complementarias.
4.3.2	Perturbaciones electromagnéticas.	ETI MR AV (4.2.6.6.2).	UNE-EN 50121-3-1.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.3.3	Emisiones de gases y vertidos.	ETI MR AV (4.2.2.5, 4.2.9.3.1, Anexo L, Anexo M VI).	– Lugar de descarga en vía de aguas grises. – Gases de escape de motores térmicos: DE 2004/26/CE y sucesivas (tracción), DE 2002/88/CE, DE 2004/26/CE y sucesivas (auxiliares).
4.3.4	Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.	ETI MR AV (Anexo L).	– Productos químicos no permitidos: Regl. CE 987/2008 y sucesivos, RD 1802/2008 y sucesivos. Amianto, Plomo, etc. en elementos expuestos a desgaste: RD 1802/2008 y UIC 345. – Prohibido gas combustible en cocina, calefacción, etc.
4.3.5	Depósitos que contengan líquidos inflamables.	ETI MR AV (4.2.7.2.5).	No hay exigencias complementarias.
4.3.6	Exigencias para la protección del medio ambiente.		Recomendación UIC 345.
4.4	Normas y pautas de mantenimiento.		
4.4.1	Documentación de mantenimiento.	ETI MR AV (4.2.10 y 4.5).	Especificaciones para material convencional.
4.4.2	Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.	ETI MR AV (4.2.10.2.2, Anexo L).	Formato y contenido del plan.
4.5	Estudio FDMS.		
4.5	Estudio FDMS.		– Estudio de Seguridad conforme a UNE-EN 50126 - Estudio FDMS recomendado.

Nota: Las ETI citadas tanto en este Anexo B como en los Anexos D y E se corresponden con las siguientes abreviaturas:

- ETI de Material Rodante de Alta Velocidad de 21 de febrero de 2008: ETI MR AV
- ETI de Seguridad en Túneles de 20 de diciembre de 2007: ETI Túneles
- ETI de Personas de Movilidad Reducida de 21 de diciembre de 2007: ETI PMR
- ETI de Energía de Alta Velocidad de 6 de marzo de 2008: ETI ENE AV
- ETI de Infraestructura de Alta Velocidad de 20 de diciembre de 2007: ETI INF AV
- ETI de Material Rodante-Ruido Convencional de 23 de diciembre de 2005: ETI MR-Ruido Conv.
- ETI de Control-Mando y Señalización de Alta Velocidad de 7 de noviembre de 2006: ETI CMS AV
- ETI de Control-Mando y Señalización Convencional de 28 de marzo de 2006: ETI CMS Conv.

### ANEXO C

#### Referencias normativas

Las normas que a continuación se indican son las referidas en los distintos requisitos de esta ETH. En el caso de que aparezcan nuevas versiones de estas referencias normativas, y hasta que éstas sean actualizadas en próximas revisiones de esta ETH, serán aplicables las versiones que se indican en este anexo.

Nota: No se incluyen las referencias a las ETI, ya que éstas se encuentran en la tabla del Anexo B.

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
Decisión 768/2008/CE.	1.3	Julio 2008.
Declaración sobre la Red.	4.1.2.1, 4.2.1.2.1, 4.2.1.3.1, 4.2.2.1.1, 4.2.3.1	Abril 2008.

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
Directiva 2008/57/CE.	1.1, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4	Junio 2008.
Directiva 2002/88/CE.	4.3.3	Diciembre 2002.
Directiva 2004/26/CE.	4.3.3	Abril 2004.
E/ECE/324 R43.	4.1.1.6, Anexo K	Octubre 2004.
EN 50355.	4.1.1.5	Septiembre 2003.
Especificación sobre circuitos de vía de ADIF.	4.2.3.2.2, Anexo J	Versión 1.
Instrucción de Gálibos Ferroviarios.	4.2.1.1	Edición borrador 0 (2).
Ley 39/2003.	1.2	Noviembre 2003.
NF F 16-101.	4.1.1.5	Octubre 1988.
NF F 31-250.	Anexo K	Noviembre 1992.
Orden FOM/233/2006.	1.1, 1.3, 3.5, 5.1, 5.2, 6, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2.1, 7.1.1, Anexo A, Anexo F	Enero 2006.
Real Decreto 1495/1991.	4.1.6, 4.2.5.1.1	Agosto 1991.
Real Decreto 1544/2007.	4.1.2.1, 4.1.2.2, 4.1.2.5	Noviembre 2007.
Real Decreto 1802/2008.	4.3.4	Noviembre 2008.
Reglamento (CE) 987/2008 (REACH).	4.3.4	Octubre 2008.
Reglamento General de Circulación.	4.2.3.4.1, 4.2.5.1.3	Julio 2002.
UIC 345.	4.3.4, 4.3.6	Septiembre 2006 (1.ª ed.).
UIC 430-1.	4.2.1.2.6	Abril 2006 (3.ª ed.).
UIC 430-2.	4.2.6.1.1	Enero 1975 (1.ª ed.).
UIC 438-1.	4.2.3.8	Enero 1971 (1.ª ed.).
UIC 510-1.	4.2.1.2.6	Enero 1978 (9.ª ed.).
UIC 510-2.	4.2.1.2.5, 4.2.1.2.6, 4.2.1.3.2, 4.2.1.5.1, 4.2.1.5.3	Mayo 2004 (4.ª ed.).
UIC 510-4.	Anexo G	Abril 2002 (2.ª ed.).
UIC 510-5.	4.2.1.5.3	Mayo 2007 (2.ª ed.).
UIC 515-4.	Anexo I	Enero 1993 (1.ª ed.).
UIC 518-1.	4.2.1.2.2, 4.2.1.3.3	Mayo 2004 (1.ª ed.).
UIC 520.	4.2.6.1.1, 4.2.6.1.2, 4.2.6.2.2	Diciembre 2003 (7.ª ed.).
UIC 521.	4.2.6.1.1	Diciembre 2003 (7.ª ed.).
UIC 522-2.	4.2.6.1.1	Abril 2002 (2.ª ed.).
UIC 527-1.	4.2.1.2.5	Abril 2005 (3.ª ed.).
UIC 528.	4.2.1.2.5, 4.2.6.1.1	Septiembre 2007 (8.ª ed.).
UIC 532.	4.2.3.7	Enero 1979 (9.ª ed.).
UIC 540.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2, 4.2.6.2.2	Noviembre 2006 (5.ª ed.).
UIC 541-03.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Enero 1984 (1.ª ed.).
UIC 541-04.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Noviembre 2006 (3.ª ed.).
UIC 541-05.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2, 4.2.5.1.6	Noviembre 2005 (2.ª ed.).
UIC 541-06.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2, 4.2.5.1.7	Enero 1992 (1.ª ed.).
UIC 541-07.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Enero 1992 (1.ª ed.).
UIC 541-08.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Junio 2007 (4.ª ed.).
UIC 541-1.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2, 4.2.6.1.1, 4.2.6.2.2	Noviembre 2003 (6.ª ed.).
UIC 541-2.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Julio 1981 (1.ª ed.).
UIC 541-3.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Noviembre 2006 (6.ª ed.).
UIC 541-4.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Abril 2007 (3.ª ed.).
UIC 541-5.	4.1.2.3, 4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Mayo 2006 (4.ª ed.).
UIC 542.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Enero 1982 (4.ª ed.).
UIC 543.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.2	Abril 2007 (13.ª ed.).
UIC 543-1.	4.2.5.1.1	Mayo 2007 (1.ª ed.).

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
UIC 544-1.	4.2.5.1.1, 4.2.5.1.3, 4.2.5.1.4, 4.2.5.1.5, 4.2.5.2.2	Octubre 2004 (4.ª ed.) (3).
UIC 544-2.	4.2.5.1.1	Enero 1983 (2.ª ed.).
UIC 545.	4.2.3.8, 4.2.5.1.1	Marzo 2007 (8.ª ed.).
UIC 546.	4.2.5.1.1	Enero 1967 (5.ª ed.).
UIC 547.	4.2.5.1.1	Julio 1989 (4.ª ed.).
UIC 550.	4.2.2.3	Abril 2005 (11.ª ed.).
UIC 550-3.	4.2.3.2.2	Abril 2005 (1.ª ed.).
UIC 552.	4.2.2.3, 4.2.3.8	Junio 2005 (10.ª ed.).
UIC 558.	4.1.2.1, 4.2.3.3.2	Enero 1996 (1.ª ed.).
UIC 560.	4.1.2.2	Marzo 2002 (12.ª ed.).
UIC 561.	4.1.2.2	Enero 1991 (8.ª ed.).
UIC 564-1.	4.1.1.7	Enero 1979 (6.ª ed.).
UIC 564-2.	4.1.1.5	Enero 1991 (3.ª ed.).
UIC 565-3.	4.1.2.5	Mayo 2003 (2.ª ed.).
UIC 568.	4.2.3.3.2	Enero 1996 (3.ª ed.).
UIC 580.	4.2.3.8, 4.2.6.2.3	Enero 1990 (6.ª ed.).
UIC 611.	4.2.2.1.5	Febrero 2001 (6.ª ed.).
UIC 615-4.	Anexo I	Febrero 2003 (2.ª ed.).
UIC 640.	4.1.3.2, 4.2.3.8, 4.2.6.2.1	Octubre 2003 (3.ª ed.).
UIC 641.	4.2.3.6	Febrero 2001 (4.ª ed.).
UIC 642.	4.1.1.5	Septiembre 2001 (2.ª ed.).
UIC 643.	4.2.4.2	Julio 1980 (4.ª ed.).
UIC 648.	4.2.6.1.1	Septiembre 2001 (4.ª ed.).
UIC 651.	4.1.1.7, 4.1.3.1, 4.2.3.6, 4.2.4.2, 4.2.4.3	Julio 2002 (4.ª ed.).
UIC 660.	4.1.3.2, 4.2.3.8	Agosto 2002 (2.ª ed.).
UIC 813.	4.2.1.2.6, 4.2.1.5.1, Anexo G	Diciembre 2003 (2.ª ed.).
UNE 20324/CEI 60529.	Anexo H	Septiembre 2004.
UNE 23035-1.	4.1.2.4.2	Diciembre 2003.
UNE 23035-2.	4.1.2.4.2	Diciembre 2003.
UNE 23727.	4.1.1.5	Noviembre 1990.
UNE-EN 286-3.	4.1.6, 4.2.5.1.1	Septiembre 1995.
UNE-EN 286-4.	4.1.6, 4.2.5.1.1	Septiembre 1995.
UNE-EN 1363-1.	4.1.1.5	Octubre 2000.
UNE-EN 12080.	4.2.1.5.4, Anexo G	Septiembre 2008.
UNE-EN 12081.	4.2.1.5.5	Septiembre 2008.
UNE-EN 12082.	4.2.1.5.4, 4.2.1.5.5, 4.2.1.5.6, 4.2.3.4.3	Septiembre 2008.
UNE-EN 12663.	4.1.1.1, 4.1.1.3	Junio 2001.
UNE-EN 13103.	4.2.1.5.2	Febrero 2002.
UNE-EN 13104.	4.2.1.5.2	Enero 2002.
UNE-EN 13260.	4.2.1.2.6, 4.2.1.5.1	Junio 2004.
UNE-EN 13261.	4.2.1.5.2	Abril 2005.
UNE-EN 13262.	4.2.1.5.3, Anexo G	Marzo 2005.
UNE-EN 13272.	4.1.2.4.2, 4.2.4.2	Junio 2002.
UNE-EN 13715.	4.2.1.5.3	Junio 2007.
UNE-EN 13749.	4.2.1.4, Anexo G, Anexo I	Abril 2006.
UNE-EN 13979-1.	4.2.1.5.3, Anexo I	Abril 2006.
UNE-EN 14067-3.	4.2.1.2.9	Abril 2004.
UNE-EN 14067-5.	4.2.1.2.9	Octubre 2007.
UNE-EN 14363.	4.2.1.2.1, 4.2.1.2.2, 4.2.1.2.3, 4.2.1.2.7, 4.2.1.3.3	Marzo 2007.

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
UNE-EN 14752.	4.1.2.1	Mayo 2007.
UNE-EN 15085-5.	4.1.1.1, 4.2.1.4	Julio 2008.
UNE-EN 15152.	4.2.4.3	Mayo 2008.
UNE-EN 15153-1.	4.2.3.7	Junio 2008.
UNE-EN 15227.	4.1.1.2	Septiembre 2008.
UNE-EN 50121-3-1.	4.2.3.1, 4.2.3.3.1, 4.3.2	Septiembre 2008.
UNE-EN 50121-3-2.	4.2.3.1	Septiembre 2008.
UNE-EN 50125-1.	4.2.7	Febrero 2001.
UNE-EN 50126.	4.5, Anexo A	Marzo 2007.
UNE-EN 50128.	7.3.2	Octubre 2002.
UNE-EN 50129.	Anexo A	Marzo 2005.
UNE-EN 50153.	4.1.4, Anexo H	Enero 2003.
UNE-EN 50163.	4.2.2.1.1	Febrero 2008.
UNE-EN 50215.	4.2.1.3.1, 4.2.2.1.1, 4.2.2.1.6	Abril 2001.
UNE-EN 50238.	4.2.3.1., 4.2.3.5, Anexo J	Abril 2004.
UNE-EN 50388.	4.2.2.1.2, 4.2.2.1.7	Febrero 2006.
UNE-EN 60077-4.	4.2.2.1.2	Marzo 2004.
UNE-EN 61287-1.	4.2.2.3	Octubre 2007.
UNE-EN 61310-1.	Anexo H	Julio 2000.
UNE-EN ISO 4589-1.	4.1.1.5	Junio 2000.
UNE-EN ISO 4589-2.	4.1.1.5	Abril 2001.

(1) En cuanto a las normas UNE y UNE-EN, si de la versión que se aplica en esta ETH existe publicado posteriormente algún erratum, corrección etc., la fecha que figura será la del erratum, corrección, etc., más reciente.

(2) En el momento de la publicación de esta ETH, la versión vigente de la Instrucción de Gálibos Ferroviarios se encuentra aún en fase de borrador. Hasta el momento de la publicación oficial de la Instrucción, o de una versión revisada de este Anexo, se deberá solicitar dicho borrador a la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento.

(3) Mientras no se adecuen los requisitos de la infraestructura en cuanto al frenado de los trenes, además de la 4.ª edición de la ficha UIC 544-1 se seguirán utilizando las indicaciones correspondientes a la 3.ª edición.

## ANEXO D

### Evaluación de los componentes característicos

#### D.1 *Ámbito de aplicación*

En este anexo se explica la evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso de los componentes característicos que hayan sido fabricados al margen del proceso de fabricación de los vehículos ferroviarios en que se integran.

#### D.2 *Requisitos funcionales y técnicos*

Los requisitos de los componentes característicos que deben evaluarse en las distintas fases de diseño y producción aparecen marcados con un aspa (X) en el cuadro D.1. En este cuadro se ofrece asimismo la lista de especificaciones (normas) y referencias de otros documentos que recogen los detalles técnicos del procedimiento de evaluación.

CUADRO D.1

## Evaluación de los componentes característicos

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo				Fase de producción
		Análisis del diseño	Análisis del proceso de fabricación	Ensayo de tipo	Experiencia en servicio	Ensayo de serie
4.1.5.2 Avisadores acústicos.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.	UNE-EN 13260	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	X
4.2.1.5.1 Ejes montados.	UIC 430-1 UIC 510-1 UIC 510-2 UIC 813	X	n.a.	X	n.a.	X
4.2.1.4 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	UNE-EN 13749	X	n.a.	X	n.a.	n.a.
4.2.1.5.3 Ruedas.	UNE-EN 13715 UNE-EN 13262 UNE-EN 13979-1 UIC 510-2 UIC 510-5 Anexo I	X	X	X	X	X
4.2.1.5.7 Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.	Anexo G	X	n.a.	X	X	X
4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	UIC 532 ETI MR AV UNE-EN 15153-1	X	n.a.	X	n.a.	X
4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.	UIC 651 UNE-EN 15152 ETI MR AV	X	n.a.	X	n.a.	n.a.
4.2.5.1.1 Principio general de frenos de aire comprimido. – Distribuidor de freno – Guarnición de freno	UIC 540-547 UNE-EN 286-3 UNE-EN 286-4 RD 1495/1991	X	X	X	12 meses	X
4.2.6.1.1 Erganches extremos. – Erganche tipo 10 – Erganche de socorro – Gancho de arrastre y tensor – Topes	ETI MR AV UIC 430-2 UIC 520 UIC 521 UIC 522-2 UIC 528	X X X X X	n.a. n.a. n.a. n.a. n.a.	X X X X X	X X X X X	X X X X X
4.2.6.2.2 Acoplamientos y freno.	UIC 540 UIC 541-1 UIC 648	X X X	n.a. n.a. n.a.	X X X	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.
4.2.6.1.2 Dispositivos de choque y tracción internos al tren.	UIC 520	X	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.	ETI MR AV 2002/88/CE 2004/26/CE	n.a.	n.a.	X	n.a.	n.a.
4.3.3 Emisiones de gases y vertidos (bocas de recarga de agua y de vaciado de retretes)	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.	n.a.	X

## ANEXO E

## Evaluación de los vehículos ferroviarios completos

E.1 *Ámbito de aplicación*

En este anexo se explica la evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso de los vehículos ferroviarios completos.

E.2 *Requisitos funcionales y técnicos*

Los requisitos del vehículo que deben evaluarse en las distintas fases de diseño, instalación y servicio aparecen marcados con un aspa (X) en el cuadro E.1. En este cuadro se ofrece asimismo la lista de especificaciones (normas) y referencias de otros documentos que recogen los detalles técnicos del procedimiento de evaluación.

CUADRO E.1

## Evaluación de los vehículos ferroviarios completos

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.1.1.1 Resistencia de la caja de los vehículos.	ETI MR AV UNE-EN 12663 UNE-EN 15085-5	X	X	X
4.1.1.2 Seguridad pasiva de las cajas de los vehículos.	ETI MR AV UNE-EN 15227	X	n.a.	n.a.
4.1.1.3 Abrazaderas de seguridad.	UNE-EN 12663	X	n.a.	n.a.
4.1.1.4 Variaciones de presión en túneles.	ETI MR AV	X	X	n.a.
4.1.1.5 Seguridad contra incendios.	UNE 23727 NF F 16-101 UNE-EN ISO 4589-1 UNE-EN ISO 4589-2 UNE-EN 1363-1 EN 50355 UIC 564-2 UIC 642	X	X	X
4.1.1.6 Lunas laterales de viajeros.	E/ECE/324/R43 Anexo K	X	X	n.a.
4.1.1.7 Otros cristales interiores.	UIC 564-1 UIC 651	X	n.a.	n.a.
4.1.2.1 Puertas exteriores de acceso.	Declaración sobre la Red UNE-EN 14752 RD 1544/2007 ETI PMR ETI MR AV UIC 558	X	X	X
4.1.2.2 Puertas interiores y de intercomunicación entre coches.	RD 1544/2007 ETI PMR UIC 560 UIC 561	X	X	n.a.
4.1.2.3 Aparatos de alarma.	ETI MR AV ETI Túneles UIC 541-5	X	X	X
4.1.2.4.1 Salidas de emergencia.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.	ETI MR AV UNE-EN 13272 UNE 23035-1 UNE 23035-2	X	X	X
4.1.2.5 Características relacionadas con el transporte de personas con movilidad reducida.	UIC 565-3 RD 1544/2007 ETI PMR	X	X	n.a.
4.1.3.1 Configuración.	ETI MR AV Declaración sobre la Red UIC 651	X	n.a.	n.a.
4.1.3.2 Inscripciones.	UIC 640 UIC 660	X	n.a.	X
4.1.4 Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas.	ETI MR AV UNE-EN 50153 Anexo H	X	X	X
4.1.5.1 Efecto aerodinámico del tren.	ETI MR AV	X	X	n.a.
4.1.5.2 Avisadores acústicos.	ETI MR AV	n.a.	X	X
4.1.5.2 Componente característico: Avisadores acústicos.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.1.6 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.	UNE-EN 286-3 UNE-EN 286-4 RD 1495/1991	X	n.a.	n.a.
4.2.1.1 Gálibo.	Instrucción Gálibos ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.1.2.1 Comportamiento dinámico del material.	UNE-EN 14363 Declaración sobre la Red ETI MR AV	n.a.	X	n.a.
4.2.1.2.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.	UNE-EN 14363 UIC 518-1	n.a.	X	n.a.
4.2.1.2.3 Sistema de detección de inestabilidad.	ETI MR AV UNE-EN 14363	X	X	X
4.2.1.2.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.		n.a.	X	n.a.
4.2.1.2.5 Seguridad de marcha. Circulación por curvas/contracurvas.	UIC 510-2 UIC 527-1 UIC 528	X	X	n.a.
4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.	UNE-EN 13260 UIC 430-1 UIC 510-1 UIC 510-2 UIC 813	X	X	X
Componente característico: Ejes montados		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.1.2.6 Características geométricas de los ejes montados.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.1.2.7 Franqueo de alabeos de vía.	UNE-EN 14363	X	X	n.a.
4.2.1.2.8 Seguridad de marcha. Vientos transversales.	ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.1.2.9 Seguridad de marcha. Cruce en túneles.	UNE-EN 14067-3 UNE-EN 14067-5 ETI INF AV	X	n.a.	n.a.
4.2.1.3.1 Carga por eje.	ETI MR AV UNE-EN 50215	n.a.	X	X
4.2.1.3.2 Esfuerzos verticales estáticos.	UIC 510-2	X	n.a.	n.a.
4.2.1.3.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	UNE-EN 14363 UIC 518-1	n.a.	X	n.a.
4.2.1.3.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.		X	n.a.	n.a.

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
Componente característico: Bastidores de bogie. 4.2.1.4 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.1.4 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	UNE-EN 13749 UNE-EN 15085-5	X	X	X
4.2.1.5.1 Componente característico: Ejes montados.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.1.5.2 Cuerpos de eje.	UNE-EN 13103 UNE-EN 13104 UNE-EN 13261	X	n.a.	n.a.
4.2.1.5.3 Componente Característico: Ruedas.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.1.5.4 Rodamientos.	UNE-EN 12080	X	X	n.a.
4.2.1.5.5 Grasa.	UNE-EN 12081	X	X	n.a.
4.2.1.5.6 Cuerpos de caja de grasa.	UNE-EN 12082	X	X	n.a.
4.2.1.5.7 Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.	Anexo G	X	X	n.a.
Componente Característico: Conjuntos de rodadura de ancho variable. 4.2.1.5.7 Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.	Declaración sobre la Red UNE-EN 50163 UNE-EN 50215	X	X	n.a.
4.2.2.1.2 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	UNE-EN 60077-4 UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.1.3 Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
4.2.2.1.4 Paso de secciones de separación de fase.	ETI MR AV ETI ENE AV	X	X	n.a.
4.2.2.1.5 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.	ETI INF AV ETI MR AV UIC 611	X	X	n.a.
4.2.2.1.6 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.	UNE-EN 50215	n.a.	X	n.a.
4.2.2.1.7 Sobretensiones generadas por el material rodante.	UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.2 Pantógrafos.	ETH Autopropulsados			
4.2.2.3 Línea de tren.	UIC 550 UIC 552 UNE-EN 61287-1	X	X	n.a.
4.2.2.4 Ventilación de baterías.	UNE-EN 50272-2	X	n.a.	n.a.
4.2.3.1 Compatibilidad con los sistemas de Mando y Control. Perturbaciones.	Declaración sobre la Red UNE-EN 50121-3-1 UNE-EN 50121-3-2 UNE-EN 50238 ETI CMS AV ETI CMS Conv. ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.3.2.1 Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	ETI MR AV	X	X	X

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.3.2.2 Corrientes armónicas.	UIC 550-3 ET CV ADIF Anexo J	X	X	X
4.2.3.3.1 Corrientes psfométricas.	UNE-EN 50121-3-1	X	X	n.a.
4.2.3.3.2 Sistema de megafonía.	ETI MR AV UIC 558 UIC 568	X	X	X
4.2.3.4.1 Temperatura.	RGC	X	n.a.	n.a.
4.2.3.4.2 Cajas de grasa.		X	X	n.a.
4.2.3.4.3 Equipo embarcado.	UNE-EN 12082 ETI MR AV	X	X	X
4.2.3.5 Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	UNE-EN 50238	X	X	n.a.
4.2.3.6 Dispositivo de vigilancia H. M.	UIC 641 UIC 651	X	X	X
4.2.3.7 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	UIC 532 ETI MR AV UNE-EN 15153-1	X	X	X
4.2.3.7 Componente Característico: Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.8 Marcas de identificación del material rodante.	UIC 438-1 UIC 545 UIC 552 UIC 580 UIC 640 UIC 660	X	n.a.	X
4.2.4.1 Equipos del puesto de conducción.		X	X	X
4.2.4.2 Ergonomía de la cabina.	UIC 643 UIC 651 ETI MR AV ETI MR-Ruido Conv. UNE-EN 13272	X	X	n.a.
4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.	UIC 651 UNE-EN 15152 ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
4.2.4.3 Componente Característico: Visibilidad y protección del personal de la cabina.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.4.4 Climatización de la cabina de conducción.	ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.5.1.1 Principio general de frenos de aire comprimido.	UIC 540-547 UNE-EN 286-3 UNE-EN 286-4 RD 1495/1991	X	X	X
4.2.5.1.1 Componente Característico: Principio general de frenos de aire comprimido.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.5.1.2 Requerimientos del sistema de frenado.	ETI MR AV UIC 540-543 UIC 547	X	X	n.a.
4.2.5.1.3 Características mínimas de frenado.	ETI MR AV RGC UIC 544-1	X	X	X
4.2.5.1.4 Distancia de parada con freno de urgencia.	ETI MR AV RGC UIC 544-1	X	X	X

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.5.1.5 Límites de adherencia en frenado.	ETI MR AV UIC 544-1	X	n.a.	n.a.
4.2.5.1.6 Sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados.	ETI MR AV UIC 541-05	X	X	n.a.
4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.	UIC 541-06 ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.5.1.8 Dispositivo automático de recuperación del juego.		X	n.a.	n.a.
4.2.5.2.1 Prestaciones del freno de servicio.	ETI MR AV	n.a.	X	n.a.
4.2.5.2.2 Prestaciones del freno de estacionamiento.	ETI MR AV UIC 544-1	X	X	n.a.
4.2.5.2.3 Comportamiento térmico de los frenos.		X	X	n.a.
4.2.6.1.1 Enganches extremos. – Enganche tipo 10 – Enganche de socorro – Gancho de arrastre y tensor – Topes.	ETI MR AV UIC 430-2 UIC 520 UIC 521 UIC 522-2 UIC 528 UIC 541-1 UIC 648	X X X X X	X X X X X	n.a. n.a. n.a. X X
4.2.6.1.1 Componente Característico: Enganches extremos. – Enganche tipo 10 – Enganche de socorro – Gancho de arrastre y tensor – Topes.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.6.1.2 Dispositivos de choque y tracción internos al tren.	UIC 520	X	X	n.a.
4.2.6.1.2 Componente Característico: Dispositivos de choque y tracción internos al tren.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.6.2.1 Procedimiento de operación.	Verificación (independiente de la evaluación del material rodante) de la existencia de un procedimiento para recuperar el material rodante en dificultades.			
4.2.6.2.2 Acoplamientos y freno.	ETI MR AV UIC 520 UIC 540 UIC 541-1	X	X	n.a.
4.2.6.2.2 Componente Característico: Acoplamientos y freno.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.6.2.3 Levante.	UIC 580	X	n.a.	n.a.
4.2.7 Condiciones ambientales.	UNE-EN 50125-1	X	n.a.	n.a.
4.3.1 Ruido.	ETI MR AV ETI MR-Ruido Conv.	n.a.	X	n.a.
4.3.2 Perturbaciones electromagnéticas.	UNE-EN 50121-3-1	X	X	n.a.
4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.	ETI MR AV 2002/88/CE 2004/26/CE	X	n.a.	n.a.
4.3.3 Componente Característico: Emisiones de gases y vertidos.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.3.4 Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.	Reg. (CE) 987/2008 RD 1802/2008 UIC 345	X	n.a.	n.a.
4.3.5 Depósitos que contengan líquidos inflamables.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
4.3.6 Exigencias para la protección del medio ambiente.	UIC 345	X	n.a.	n.a.

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.4.1 Documentación de mantenimiento.	Se verificará la existencia de la documentación de mantenimiento listada en este apartado, pero no su contenido.			
4.4.2 Plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario.	Se verificará la existencia de un plan de mantenimiento que incluya los elementos definidos en este apartado.			
4.5. Estudio FDMS.	UNE-EN 50126	El estudio será validado por un evaluador independiente de seguridad.		

## ANEXO F

### Procedimientos para la evaluación de la conformidad y de la idoneidad para el uso

#### F.1 Generalidades

Los procedimientos para la evaluación de la conformidad y de la idoneidad para el uso del material rodante de transporte de viajeros están basados en los módulos de evaluación presentes en el anexo F de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, pero adaptados de forma que sean coherentes con lo recogido en la Orden Ministerial FOM/233/2006. Así pues, en la interpretación de los citados procedimientos se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

- Para la homologación de los coches de viajeros según la presente ETH, no se exige que el Organismo Certificador sea necesariamente un Organismo Notificado.
- Los certificados o declaraciones de conformidad pueden no ser calificados como «CE» (Verificación «CE» equivale a «evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso», y el certificado equivale al informe de validación favorable, tal y como se definen en la Orden Ministerial FOM/233/2006).
- No será aplicable lo establecido en los módulos en cuanto a los otros Estados miembros.
- Los Componentes de Interoperabilidad citados en la ETI ahora son Componentes Característicos, y para el caso particular de esta ETH de Coches, el término «subsistema» equivale a «vehículo».

#### F.2 Lista de módulos

Módulos para los Componentes Característicos:

- Módulo A: Control interno de la fabricación, para las fases de diseño, desarrollo y producción.
- Módulo A1: Control interno del diseño con verificación del producto, para las fases de diseño, desarrollo y producción.
- Módulo B: Examen de tipo, para las fases de diseño y desarrollo.
- Módulo C: Conformidad con el tipo, para la fase de producción.
- Módulo D: Sistema de gestión de la calidad de la producción, para la fase de producción.
- Módulo F: Verificación de los productos, para la fase de producción.
- Módulo H1: Sistema de gestión total de la calidad, para las fases de diseño, desarrollo y producción.
- Módulo H2: Sistema de gestión total de la calidad con examen del diseño, para las fases de diseño, desarrollo y producción.

- Módulo V: Validación de tipo mediante experimentación en servicio (idoneidad para el uso).

Módulos para la verificación de vehículos completos:

- Módulo SB: Examen de tipo, para las fases de diseño y desarrollo.
- Módulo SD: Sistema de gestión de la calidad del producto, para la fase de producción.
- Módulo SF: Verificación de los productos.
- Módulo SH2: Sistema de gestión total de la calidad con examen del diseño, para las fases de diseño, desarrollo y producción.

### F.3 Módulos para componentes característicos

La descripción de estos módulos coincide con la recogida en el Anexo F de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, salvo en cuanto a los aspectos señalados en el apartado F.1 de esta ETH.

Cuando el Componente Característico de que se trate esté considerado también como Componente de Interoperabilidad afectado por las ETI, se aplicarán los módulos tal como se indica en las correspondientes ETI.

### F.4 Módulos para la verificación de subsistemas

La descripción de estos módulos coincide con la recogida en el Anexo F de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, salvo en cuanto a los aspectos señalados en el apartado F.1 de esta ETH.

## ANEXO G

### Exigencias de los ejes. Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable

G.1 *Objeto.*—Este anexo se refiere a los requisitos y ensayos adicionales que deberán cumplir los conjuntos de rodadura de ancho variable destinados a vehículos que vayan a circular por ambos anchos de vía de la Red Ferroviaria de Interés General (1.435 y 1.668 mm).

G.2 *Condiciones generales relativas a los conjuntos de rodadura.*—Los conjuntos de rodadura se diseñarán para una velocidad y carga por eje iguales o superiores a las especificadas para los vehículos en que vayan a ser utilizados.

G.3 *Condiciones y características a cumplir por los conjuntos de rodadura desde el punto de vista del diseño y del mantenimiento.*

G.3.1 Conjunto de rodadura de ancho variable.

G.3.1.1 Características generales.

G.3.1.1.1 Las ruedas deberán desplazarse axialmente para adoptar una posición que les permita circular sobre vías con anchos de 1.435 mm y 1.668 mm.

G.3.1.1.2 Con el fin de conseguir el posicionamiento correspondiente a cada ancho de vía, se admitirán soluciones de eje giratorio, solidario en rotación a las ruedas, o bien soluciones de eje fijo con ruedas que giran alrededor del mismo.

G.3.1.1.3 Las superficies de rozamiento entre los diferentes componentes del eje montado deberán estar constituidas por las parejas de materiales apropiados para evitar la corrosión de las caras en contacto.

G.3.1.1.4 El sistema de encerrojamiento y las superficies de apoyo para el desplazamiento axial de las ruedas deberán protegerse contra la corrosión y la acumulación de suciedad.

G.3.1.1.5 El marcado de los elementos constitutivos y la protección contra la corrosión se efectuarán según la ficha UIC 813.

G.3.1.1.6 En los rodamientos de rodillos se utilizarán las directrices de la norma UNE-EN 12080 adaptadas a las condiciones específicas del sistema.

#### G.3.1.2 Ruedas.

G.3.1.2.1 Las ruedas cumplirán los requisitos técnicos del apartado 3, y de los anexos E y F, relativos a la cualificación y la entrega del producto, de la norma UNE-EN 13262, excepto en cuanto a las tolerancias geométricas y dimensionales y al ensayo de fatiga, que deberán adaptarse a las características específicas de la solución técnica adoptada.

#### G.3.1.3 Cajas de grasa/cajas de ruedas.

G.3.1.3.1 La posibilidad de detectar la temperatura de los rodamientos debe asegurarse por detectores instalados en vía o por sistemas incorporados en el vehículo.

#### G.3.1.4 Mecanismo de encerrojamiento.

G.3.1.4.1 El sistema de encerrojamiento inherente a los conjuntos de rodadura de ancho variable habida cuenta de los esfuerzos estáticos y dinámicos, de las influencias meteorológicas, del desgaste y del calentamiento posible debido al frenado, deberá cumplir con total seguridad las funciones siguientes:

- El buen encerrojamiento de las ruedas de un eje montado en la posición correspondiente al ancho deseado, fuera de la instalación de cambio de ancho, cualesquiera que sean las condiciones de explotación compatibles con el resto de los requisitos aplicables de esta ETH.

- El desencerrojamiento y encerrojamiento de las ruedas durante el paso por la instalación de cambio de ancho.

G.3.1.4.2 La verificación del estado de encerrojamiento de las ruedas debe ser posible desde el exterior, ya sea por control visual de la posición mutua de los elementos constitutivos o bien por un dispositivo indicador.

#### G.3.2 Bastidor del conjunto de rodadura.

G.3.2.1 La resistencia del bastidor del conjunto de rodadura debe satisfacer las condiciones establecidas por la norma UNE-EN 13749.

G.3.3 Equipo de freno.–Si los elementos que reciben la energía de freno se desplazan durante el cambio de ancho, será necesario montar un dispositivo de adaptación. Durante el cambio de ancho, este último deberá efectuar la adaptación automática del elemento de freno (zapatas, mordazas de freno, cilindros, etc.) a la nueva posición y bloquearlo en ella de forma segura. Este dispositivo no deberá modificar la eficacia del sistema de freno.

#### G.3.4 Exigencias de diseño orientadas al mantenimiento.

##### G.3.4.1 Condiciones generales.

G.3.4.1.1 Deberá evitarse en lo posible la utilización de elementos de desgaste que afecten a la seguridad. Si se utilizasen, deberá demostrarse que la seguridad queda garantizada entre operaciones de mantenimiento.

G.3.4.1.2 El diseño del conjunto de rodadura deberá permitir el cambio de ancho sin parada.

##### G.3.4.2 Conjunto de rodadura de ancho variable.

G.3.4.2.1 El reperfilado de ruedas deberá ser posible en los tornos existentes y el desmontaje de los conjuntos de rodadura deberá ser posible con los medios habituales en los talleres para estos fines.

G.3.4.2.2 Se recomienda que los conjuntos de rodadura y sus piezas constitutivas alcancen sin mantenimiento una prestación kilométrica mínima de 250.000 km o una

duración de dos años. La verificación de las dimensiones geométricas y la comprobación de la ausencia de defectos deberán ser posibles con los dispositivos de medida y comprobación existentes.

En el caso contrario el fabricante deberá informar a la Autoridad Ferroviaria de esta circunstancia. Entre ésta y el fabricante consensuarán los medios a utilizar.

G.3.4.2.3 Se deberán adoptar medidas para evitar que la lluvia, nieve y polvo puedan afectar al mecanismo de encerrojamiento y a su seguridad.

G.3.4.2.4 El control del buen funcionamiento del encerrojamiento deberá ser simple.

G.3.4.3 Parte mecánica del freno.—La sustitución de las guarniciones o de las zapatas debe efectuarse de forma similar a los conjuntos de rodadura de ancho fijo.

G.4 Condiciones relativas a la tecnología de explotación.

G.4.1 Las composiciones equipadas de conjuntos de rodadura incluyendo conjuntos de rodadura de ancho variable podrán ser remolcadas por otros vehículos dotados de los enganches estándar y de rescate definidos en la presente ETH.

G.4.2 Las composiciones equipadas de conjuntos de rodadura de ancho variable deberán ser marcadas con los símbolos representados en el anejo 3 de la ficha UIC 510-4.

G.4.3 La operación de cambio de ancho deberá ser automática, sin intervención manual, independientemente de las condiciones meteorológicas, tanto para el vehículo vacío, como cargado al límite admisible.

G.4.4 Deberá ser posible el control visual del estado de encerrojamiento de las ruedas.

G.5 Metodología de validación.

G.5.1 Cálculos.—Para demostrar que los conjuntos de rodadura satisfacen las exigencias descritas anteriormente el fabricante debe presentar, antes de la fabricación, los cálculos siguientes:

- Cálculo de resistencia del eje fijo o rotativo.
- Cálculo de resistencia de la rueda.
- Cálculo de resistencia del bastidor del conjunto de rodadura.
- Cálculo de resistencia de los elementos del mecanismo de encerrojamiento.
- Cálculo de duración de vida de los rodamientos de rodillos.
- Cálculo de tensiones en la rueda, resultantes de la sollicitación térmica debida al freno de zapata (si procede).
- Cálculo del desgaste máximo admisible de los elementos constitutivos bajo el aspecto de la seguridad de funcionamiento y de explotación.
- Cálculo del freno.

Además, el estudio de seguridad de funcionamiento del material rodante deberá incluir un apartado relativo al dispositivo de encerrojamiento-desencerrojamiento de ruedas. De este estudio resultará si serán necesarios o no:

- Cálculos suplementarios de la resistencia del mecanismo de encerrojamiento.
- Otros ensayos que pudieran considerarse necesarios.
- Otros valores límite del desgaste máximo de los elementos constitutivos.
- La aplicación de un ciclo de mantenimiento particular.

En caso de utilizar elementos basados en soluciones comunes, conocidas y probadas, estos cálculos no son necesarios salvo que las condiciones climáticas de explotación cambien notablemente.

G.5. Ensayos.—Antes de autorizar la puesta en servicio de un conjunto de rodadura de ancho variable, será necesario justificar mediante ensayos que se cumplen todas las condiciones importantes para la seguridad.

G.5.2.1 Ensayos en banco (Ensayos de tipo).

G.5.2.1.1 Determinación de la resistencia a fatiga del conjunto de rodadura de ancho variable mediante un ensayo de fatiga que se realizará para el ancho más desfavorable a una velocidad mayor o igual que 50 km/h en tres fases, según el programa siguiente:

Fase	Número de ciclos	Fuerza vertical (kN)		Fuerza transversal (kN)	
		Estática	Dinámica	Estática	Dinámica
I	6*10 <sup>6</sup>	P	± 0,5 P a 4 Hz	0	± 0,3 P a 4 Hz
II	2*10 <sup>6</sup>	P	± 0,6 P a 4 Hz	0	± 0,36 P a 4 Hz
III	2*10 <sup>6</sup>	P	± 0,7 P a 4 Hz	0	± 0,42 P a 4 Hz

Las frecuencias indicadas son para una velocidad  $V = 50$  km/h.

Para cualquier velocidad superior, dichas frecuencias serán multiplicadas por la relación  $v/50$ .

Las fuerzas transversales por acción o reacción se aplicarán a nivel de la llanta de rueda.

El valor P corresponde a la masa por eje estática correspondiente al vehículo con la carga máxima admisible.

Al final de la 2.<sup>a</sup> fase no deberán aparecer fisuras, solamente al final de la 3.<sup>a</sup> fase se admiten pequeñas fisuras tales que, de aparecer en explotación, no requieran una reparación inmediata.

En las piezas en rotación no se permiten fisuras en ningún caso.

Durante las inspecciones se analizarán desgastes en las diferentes piezas así como juegos en rodamientos.

Cuando el cuerpo de eje no gire debe ser considerado como un elemento del bastidor de bogie y ensayado como tal, según la norma UNE-EN 13749.

G.5.2.1.2 Con objeto de averiguar en que medida pueden haberse degradado las diferentes piezas constitutivas del eje durante el ensayo de fatiga indicado en el apartado G.5.2.1.1 inmediatamente antes y después del mismo se deberá:

- Determinar la rigidez del eje a los esfuerzos transversales, en las condiciones de vehículo vacío y cargado. Para ello se medirá la variación de la distancia entre caras internas de ruedas al aplicar a la altura de la pestaña esfuerzos transversales crecientes hasta el límite de *Prud'homme*.

- Determinar el momento resistente a la rotación de una rueda respecto a la otra.

G.5.2.1.3 El fabricante propondrá otros ensayos que puedan resultar del estudio de seguridad de funcionamiento.

G.5.2.2 Ensayos de circulación (Ensayos de tipo).—Los ensayos de circulación que se citan a continuación deberán realizarse, si se considera necesario, en los diferentes casos de ancho de vía.

G.5.2.2.1 Justificar el buen funcionamiento del sistema de encerrojamiento efectuando, al menos, 500 cambios de ancho de vía sin ningún mantenimiento, ni verificaciones. Estos cambios de ancho deben efectuarse a la velocidad máxima de cambio de ancho definida para el sistema y en condiciones representativas de la explotación existentes en el lugar de la instalación de cambio de ancho.

G.5.2.2.2 En caso de utilización de freno de zapata o frenos de disco próximos a los mecanismos de encerrojamiento y de desplazamiento de ruedas, efectuar frenadas continuas según un programa adecuado. Inmediatamente después del frenado, se verificará que el calentamiento no ha provocado daño en el funcionamiento del mecanismo de encerrojamiento y en el desplazamiento axial de las ruedas, realizando un cambio de ancho en ambos sentidos.

G.5.2.2.3 Otros ensayos que puedan resultar necesarios, a la vista del estudio de seguridad realizado.

G.5.2.3 Ensayos en servicio (Ensayos de tipo).—Antes de iniciar los ensayos en servicio tendrán que haberse llevado a cabo satisfactoriamente los ensayos en banco G.5.2.1 y de circulación G.5.2.2 preferentemente en su totalidad, o por lo menos en la proporción que se señala en el cuadro siguiente:

	Ref. del ensayo	% del ensayo que tiene que haberse efectuado antes de iniciar los ensayos de servicio	El ensayo tiene que haber concluido satisfactoriamente antes de haberse recorrido en ensayos de servicio los km siguientes
Ens. Banco	G.5.2.1.1.	6 × 10 <sup>6</sup> ciclos	100.000
	G.5.2.1.2.	A la vez que G.5.2.1.1	A la vez que G.5.2.1.1
	G.5.2.1.3.	A determinar en cada caso	Repetir a los 50.000 km
Ens. Circ.	G.5.2.2.1.	100 % (ensayo completo)	
	G.5.2.2.2.	100 %	
	G.5.2.2.3.		

En todo caso, antes de iniciarse los ensayos en servicio, deberá redactarse un informe con la situación y resultados de cada uno de los ensayos.

G.5.2.3.1 Para los ensayos en servicio se utilizarán, como mínimo 4 ejes de ancho variable que han de efectuar los siguientes recorridos:

– Una primera fase de 50.000 km sobre vías de ancho 1.668 mm representativas de aquellas por las que se prevea vaya a circular en el futuro. Durante esta fase no efectuará cambios de ancho de vía. Se circulará con la masa máxima de diseño.

– Una segunda fase de 50.000 km en vías de anchos 1.668 y 1.435 mm (al menos un 20% en ancho 1.435 mm).

Se efectuarán como mínimo 50 cambios de ancho de vía, repartidos lo más uniformemente posible.

Se circulará con la masa máxima y hasta la velocidad máxima autorizada.

Al final de esta segunda fase se analizarán los resultados de los controles efectuados según G.5.2.3.2, y en caso positivo, se permitirá efectuar la siguiente fase en servicio comercial.

– Una tercera fase de 150.000 km en vías de ancho 1.668 y 1.435 mm de los cuales entre un 25 y un 50% será en uno de los dos anchos; se efectuarán como mínimo 150 cambios de ancho de vía. Se podrá circular en servicio comercial y se preverán recorridos a la velocidad máxima autorizada.

G.5.2.3.2 Durante los ensayos en servicio se efectuarán los controles siguientes:

– Control visual de los elementos del eje, sistema de encerrojamiento, patines de descarga de ruedas, piezas de freno, estado de la superficie de rodadura etc.

Se efectuará al menos una vez cada 1.000 km a la llegada al taller y/o al paso por la instalación de cambio de ancho de vía, en las fases primera y segunda.

Se anotarán las anomalías o incidencias.

– Control de rodadura en el que se medirá: la distancia entre caras interiores de ruedas, el qR, el espesor y altura de pestaña de rueda, y la resistencia eléctrica entre ruedas del eje (según la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad).

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

– Medición de la rigidez de los ejes: se medirá la distancia entre caras interiores de ruedas tras la aplicación de esfuerzos transversales crecientes entre las caras interiores de ruedas a la altura de las pestañas (hasta el valor límite de Prud'Homme correspondiente al vehículo vacío y con carga máxima).

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

– Medición de la fuerza de traslación de las ruedas durante el paso por la instalación de cambio de ancho de vía (fuerza media y máxima por rueda).

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

#### *Controles durante los ensayos en servicio*

Cada 1.000 Km se efectuará un control visual por lo menos (fases 1 y 2, en la fase 3 en el control de rodadura o primer nivel de mantenimiento - el menor de los dos).

Después de recorrer	Control de rodadura	Medición fuerza traslación ruedas	Medición rigidez ejes	Observaciones
0	x	x	x	
2.000	x			
5.000	x			
10.000	x		x	Se circulará en vía de ancho 1.668 mm con la masa máxima, hasta velocidad máxima. No se efectuarán cambios de ancho de vía.
20.000	x			
30.000	x		x	
40.000	x			
50.000	x	x	x	
60.000	x	x		
70.000	x	x	x	
80.000	x	x		
90.000	x	x		
100.000	x	x	x	
110.000	x			En vías de 1.668 y 1.435 mm. Al menos 150 cambios de ancho de vía. Servicio comercial. Hasta la velocidad máxima de autorización.
120.000	x			
130.000	x	x	x	
140.000	x			
150.000	x			
170.000	x	x	x	
190.000	x			
210.000	x	x	x	
230.000	x			
250.000	x	x	x	

G.5.2.3.3 Los posibles daños producidos durante los ensayos en servicio serán registrados y analizados. Después de la realización de los ensayos según G.5.2.3.1 los ejes serán desmontados totalmente para comprobar el desgaste de cada uno de los elementos constitutivos.

Sobre la base de estos resultados se han de establecer los valores límites provisionales de desgaste y se elaborarán las reglas provisionales de mantenimiento.

G.5.2.3.4 Se redactarán informes de cada uno de los ensayos.

G.5.2.4 Autorización de circulación.—Una vez realizados los 100.000 km correspondientes a las dos primeras fases de los ensayos en servicio descritos en el apartado G.5.2.3.1, y habiendo sido acreditado el resultado positivo, se emitirán la Autorización de puesta en servicio y la Autorización de Circulación, y, por tanto, se podrá iniciar el servicio comercial del vehículo.

La Autorización de Circulación será revisada en los siguientes momentos:

– A los 250.000 km, realizándose a lo largo del período los controles indicados en el punto G.5.2.3.2. Si los resultados son satisfactorios, la autorización revisada recogerá la naturaleza, periodicidad y alcance de las verificaciones a efectuar durante el siguiente período, previamente acordados entre el Organismo Certificador, el administrador de la infraestructura y la Dirección General de Ferrocarriles.

– A los 400.000 km o a los 4 años, realizándose las verificaciones establecidas en la autorización de circulación vigente en ese momento. Si a la finalización de este periodo, no se ha producido ningún incidente relevante relacionado con la seguridad, se emitirá la Autorización de Circulación definitiva del vehículo.

Durante estos periodos, todo incidente relacionado con la seguridad de circulación debe ser dado a conocer a la Dirección General de Ferrocarriles y al Administrador de Infraestructuras Ferroviarias. Éstos podrán solicitar la paralización de los vehículos

equipados de conjuntos de rodadura de ancho variable del mismo tipo que el que hubiera causado el citado incidente si los remedios definidos en común no resultan satisfactorios.

G.5.2.5 Documentación necesaria.

– Esquemas de conjunto de los cuales se pueda deducir el funcionamiento y las características constructivas de los siguientes elementos:

- Eje de ancho variable.
- Sistema de encerrojamiento.
- Bastidor del conjunto de rodadura.
- Colocación del freno en el conjunto de rodadura.
- Caja de rodamientos de eje/rueda.
- Fichas de registro de calidad.
- Conjuntos de rodadura completos.

– Descripción del funcionamiento de los conjuntos de rodadura de ancho variable (instrucciones de uso).

– Instrucciones de funcionamiento de las cuales se derivan todos los trabajos de mantenimiento, reparación y ajuste necesarios.

– Instrucciones de montaje y control.

– Documentos que establezcan:

- Los materiales y productos de engrase empleados.
- Las pruebas efectuadas de recepción de los elementos de montaje.
- Los ensayos efectuados.
- Las instrucciones de trabajo para la reposición en vía, en caso de descarrilamiento de los vehículos de ancho variable y verificaciones o medidas necesarias.

## ANEXO H

### **Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas**

Se llevarán a cabo las verificaciones y ensayos necesarios para comprobar el cumplimiento de las medidas de protección indicadas más abajo.

En todos los casos, se realizará una comprobación mediante análisis del diseño de las medidas de protección especificadas.

– Contactos directos:

o Acceso a los armarios de equipos: Se comprobará que el procedimiento de acceso implementado para la protección contra el contacto directo en las partes en tensión del vehículo susceptibles de causar descargas eléctricas cumple la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante prueba y/o inspección visual (ensayo de tipo).

En los casos en los que exista un sistema de enclavamiento, se comprobará visualmente la existencia de llaves de p.a.t. del equipamiento eléctrico del vehículo (ensayo de serie).

o Grado de aislamiento de los equipos:

- Se comprobará que las partes en tensión situadas en el exterior del vehículo, que pudieran ser potencialmente accesibles a las personas, están protegidas contra el contacto directo por medio de la distancia en el aire, según la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).

- Los equipos bajo bastidor están protegidos contra contacto directo por las carcasas de conjuntos propiamente dichos o carenados según la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).

- Los conectores accesibles directamente e instalados a la intemperie deben ser estancos (mínimo grado de protección IP66, conforme a la norma UNE 20324/CEI 60529). La verificación será mediante inspección visual y certificado del fabricante (fase tipo).

- Como mínimo, las partes en tensión susceptibles de causar descargas eléctricas, y que puedan ser accesibles a las personas, deben ser conformes al grado de protección IP4X, y si están conectados físicamente a la tierra del vehículo, de IP2XD, según la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante inspección visual y prueba (ensayo de tipo).

- o Rótulos de advertencia: Las zonas con riesgo eléctrico estarán debidamente señalizadas con pictogramas según la norma UNE-EN 61310-1. La verificación será mediante inspección visual (fase serie).

- Contactos indirectos:

- o Aislamiento: Todos los componentes constituyentes de la línea de techo, así como los cables de potencia y de control que trascurran entre los testers de los vehículos, estarán completamente aislados conforme a la norma UNE-EN 50153. La verificación se llevará a cabo mediante inspección visual (fase tipo).

- o Resistencia de puesta a tierra del vehículo: Se realizará la medida de la resistencia entre la caja y el carril, según la norma UNE-EN 50153. La medida será mediante prueba (ensayo de tipo) y la verificación de la sección de trencillas se llevará a cabo en la fase de diseño, mientras que la verificación de su correcta instalación en el vehículo se realizará mediante inspección visual (fase serie).

- o Comprobación de puestas a tierra del equipamiento eléctrico del vehículo: Todos los elementos metálicos que por proximidad puedan verse sometidos a tensión en caso de derivación es necesario que sean puestos a tierra mediante las correspondientes trencillas de protección. Estas trencillas estarán debidamente dimensionadas en función de las intensidades que se prevé puedan conducir en caso de derivación, según la norma UNE-EN 50153. La verificación de la sección de trencillas se llevará a cabo en la fase de diseño, mientras que la verificación de su correcta instalación en el vehículo se realizará mediante inspección visual (fase serie).

La puesta a tierra se realizará con cables con cubierta de color verde-amarillo o mediante trencillas extraflexibles, según la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).

- o Antenas: En el caso de caída de catenaria, es preciso garantizar una correcta puesta a tierra de las antenas para no introducir la descarga en el interior del vehículo, según la norma UNE-EN 50153. La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).

## ANEXO I

### Especificaciones técnicas para ruedas con discos de freno fijados con tornillos a su velo

I.1 *Objeto.*—El objeto de este anexo es determinar las condiciones de diseño de las ruedas con discos de freno fijados al velo de la rueda a través de taladros en el velo.

La norma de diseño de referencia para el cálculo de ruedas es la UNE-EN 13979-1. Dicha norma analiza únicamente el caso de frenado mediante zapata en llanta. Por ello, la norma UNE-EN 13979-1 es aplicable en su totalidad, excepto en los puntos que se indican a continuación.

Secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1:

Aspectos termomecánicos	Aspectos acústicos
Sección 3.2.	Sección 3.4.
Sección 6.	Sección 8
Sección 9.d.	Sección 9.f.
Anexo A.	Anexo E.

El presente anexo complementa las directrices definidas en la citada norma UNE-EN 13979-1 a fin de tener en cuenta el diseño de las ruedas con discos de freno fijados al velo de la rueda a través de taladros en el velo.

1.2 *Documentos de aplicación.*—La norma UNE-EN 13979-1 es de aplicación al diseño de las ruedas objeto de este anexo, excepto en los aspectos y puntos indicados en el apartado anterior.

En esta sección se justifica la no aplicabilidad de las secciones mencionadas, se proporcionan directivas de cálculo y se complementan las secciones de la UNE-EN 13979-1 para adecuarla al diseño de las ruedas objeto de este anexo.

Las secciones afectadas se refieren a:

- Consideraciones termomecánicas.
- Consideraciones mecánicas.
- Consideraciones acústicas.

A continuación se desarrolla cada apartado.

#### 1.2.1 Consideraciones termomecánicas.

1.2.1.1 Justificación de las secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1.—En la siguiente tabla se indican los argumentos por los que no son aplicables las secciones de la norma UNE-EN 13979-1 anteriormente relacionadas.

Fundamentalmente se hace hincapié en la no criticidad de los parámetros analizados por la norma por dos motivos:

- 1) La norma analiza tensiones en llanta, mientras que en una rueda frenada por disco, la sección mas solicitada se centra en el velo y uniones a llanta y cubo.
- 2) Las temperaturas que se alcanzan en llanta para el caso de una rueda frenada por disco son muy inferiores al caso analizado por la norma UNE-EN 13979-1.

Sección norma UNE-EN 13979-1	Razón para la no aplicación
3.2	Las cargas a considerar indicadas en esta sección se refieren a un sistema en el que el frenado se hace en llanta.
6	La etapa de ensayos para el aseguramiento del comportamiento se refiere a una aplicación en la que el frenado se haga en llanta. Las tensiones a ser comprobadas según la norma son medidas en llanta únicamente. Los parámetros definidos en la sección 6.2.2 si serán comprobados como parte del cálculo termomecánico.
9.d	Los documentos necesarios para el aseguramiento del comportamiento termomecánico vienen definidos en este anexo.
Anexo A	Los parámetros de ensayo y flujos descritos corresponden a la definición realizada en la sección 6. En dicho análisis se miden tensiones en llanta.

1.2.1.2 Cargas y efectos a considerar.—Efecto termomecánico debido al calor aportado por el disco a la rueda. Para ello, el diseñador del vehículo/sistema de freno deberá aportar información necesaria sobre el sistema de frenado:

- Potencia transmitida, en el tiempo, al velo de la rueda.
- Duración de la aplicación de calor.
- Velocidad a la que va a circular el tren.
- Definición de los puntos de contacto a considerar: superficie de contacto entre disco y velo.

La utilización de otros parámetros adicionales de cálculo podrá ser acordada entre el Cliente y el Suministrador.

1.2.1.3 Puntos a analizar.—Mediante cálculos y análisis por elementos finitos (efectuado siguiendo los requerimientos indicados en el anexo C de la norma UNE-EN 13979-1). Se calcularán:

- Nivel de tensiones residuales.

- Deformaciones laterales en caliente.
- Deformaciones residuales.

Las zonas a analizar son el velo de la rueda, uniones cubo-velo, uniones llanta-velo y llanta.

1.2.1.4 Criterio de aceptación.—Para considerar satisfactorio el cálculo termomecánico se deben de dar dos condiciones:

- Se comprobará que la llanta está dentro de los parámetros establecidos por la UNE-EN 13979-1 (Sección 6.2.2) para las deformaciones.
- Se superpondrán las tensiones de origen térmico en el cálculo mecánico a fatiga. El resultado del cálculo mecánico ha de ser entonces satisfactorio.

Los resultados de los cálculos mecánicos y termomecánicos, junto con los parámetros de partida del cálculo, quedaran recogidos en un documento de cálculo que acompañará a la documentación de diseño

1.2.2 Consideraciones mecánicas.—En el caso de las cargas mecánicas a considerar, lo establecido en la norma UNE-EN 13979-1 es de aplicación, pero, debida al montaje de discos de freno, otros factores han de añadirse para completar el cálculo.

Las siguientes secciones definen estas cargas y criterios para la aceptación de los cálculos.

1.2.2.1 Cargas y efectos a considerar.—Definidos en la norma UNE-EN 13979-1:

- Hipótesis de carga definidas por la UNE-EN 13979-1 (sección 7.2.1)

Efectos añadidos al cálculo:

- Interferencia media entre cubo y rueda definida en el diseño.
- Fuerza centrífuga a velocidad máxima.
- Sobrecarga (carga por rueda) en rueda por el efecto del balanceo en caso de paso por curva (llevado al punto de contacto rueda / carril), derivado del coeficiente de balanceo indicado en la norma de diseño de bastidor de bogies UIC 615-4 y UIC 515-4.
  - Efecto de las tensiones obtenidas en el cálculo termomecánico (sección 1.2.1 del presente anexo).
  - Consideración de la presión de apriete originada por la presión de los discos sobre el velo de rueda para la aplicación concreta.
  - Esfuerzos de fatiga dinámicos de los discos de freno en el plano vertical (Según UNE-EN 13749).
  - Consideración del par de frenado de acuerdo con las condiciones previstas para la aplicación concreta.

Toda la información del sistema de fijado del disco a rueda deberá ser facilitada por el diseñador del montaje de disco (fabricante de discos de freno).

Para cada estudio particular se elegirán las combinaciones de los factores indicados anteriormente para conseguir las hipótesis más desfavorables que marquen el máximo y mínimo del rango de tensiones. A partir de esas tensiones extremas se determinarán la tensión media y la alternancia.

Siempre que las tensiones principales giren más de  $\pm 15^\circ$  y que su valor sea significativo se realizará un cálculo de fatiga multiaxial con las tensiones admisibles asociadas a los criterios de *Crossland* o *Dang Van*.

En las zonas alejadas de los taladros en el velo, el valor límite para las tensiones admisibles en el velo de la rueda será el indicado en la norma de referencia UNE-EN 13979-1.

En las proximidades de los taladros, el valor límite para las tensiones admisibles a fatiga en el velo de la rueda se reducirá todo lo posible, recomendándose alcanzar el 50 % del valor indicado en la norma UNE-EN 13979-1.

1.2.2.2 Puntos a analizar.—Mediante un análisis de elementos finitos se calculan las zonas del velo de la rueda, uniones cubo-velo y llanta-velo, igual que en el cálculo de las hipótesis mecánicas indicadas en la norma UNE-EN 13979-1.

1.2.2.3 Criterio de aceptación.—Las tensiones en cualquier punto del velo de la rueda y uniones cubo-velo y llanta-velo han de situarse, en el caso de fatiga monoaxial, dentro de los valores permitidos por el diagrama de Haigh para dicho material. Para el caso de fatiga multiaxial, las tensiones deberán estar dentro de los valores admisibles asociados a los criterios de *Crossland* o *Dang Van*.

Los resultados de los cálculos mecánicos y termomecánicos quedarán recogidos en un documento de cálculo.

La experiencia indica que el montaje del disco en la rueda puede originar defectos que reduzcan la resistencia a fatiga de la rueda. Los expertos están de acuerdo en afirmar que tener en cuenta estas consideraciones en la determinación del límite de fatiga es, hoy en día, muy difícil al no tener un retorno de experiencia suficiente. Por ello es necesario adoptar medidas de mantenimiento preventivo que permitan detectar con antelación la aparición de defectos. Véase el apartado 1.3 de este anexo.

### 1.2.3 Consideraciones acústicas.

1.2.3.1 Justificación de las secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1.—Tal y como indica la propia norma en su apartado 8.1: "El aseguramiento del comportamiento acústico de las ruedas es profundamente dependiente de diversos parámetros que no están directamente relacionados con el diseño particular de la rueda. Por este motivo el resultado obtenido con el nuevo diseño de rueda será comparado con otro sistema ferroviario de referencia con un determinado estado de mantenimiento de las vías".

En concreto, en el caso que nos ocupa, no se tienen los datos, rueda de referencia, que indica la norma para hacer un cálculo comparativo.

En la siguiente tabla se indican los argumentos por los que no se pueden aplicar las secciones de la norma UNE-EN 13979-1 relacionadas.

Sección norma UNE-EN 13979-1	Razón para la no aplicación
3.4	Parámetros de aseguramiento acústico: referencia de la vía, referencia de rueda similar, referencia de trenes a velocidades similares, espectros de rugosidad de ruedas. No hay referencias comparativas.
8	Aseguramiento del comportamiento acústico. Se basa en cálculos y comparaciones con proyectos existentes. No se dispone de datos concretos para realizar los cálculos y tampoco se cuenta con un sistema de referencia con el que comparar.
9.f	No hay documentos aplicables para el control acústico.
Anexo E	Descripción del proceso de cálculo y comparación a seguir definido en el punto 8.

1.2.3.2 Cargas y efectos a considerar.—A la carencia de datos comparativos y de cálculos mencionada hay que sumarle el hecho de que la emisión de ruido de una rueda frenada por zapata en llanta es muy superior a la de una rueda con disco de freno incluido (junto con el efecto silenciador de los carenados del vehículo que amortiguan el ruido hacia el exterior).

Por todo ello, se considera que un análisis acústico para este tipo de rueda no es necesario.

1.3 *Mantenimiento*.—Aunque en la norma UNE-EN 13979-1 no se cita el mantenimiento, debido a las especiales características de este diseño en la documentación de mantenimiento realizada por el fabricante del vehículo se hará mención a los siguientes aspectos.

– Montaje de ruedas, discos de freno y/o elementos de unión entre ellos.—El Plan de mantenimiento establecerá para esos montajes la comprobación y cumplimiento de las medidas, tolerancias y recomendaciones que se indican en la documentación de diseño, en las que se basan los cálculos realizados. Como mínimo se consideraran las relativas a:

- Condiciones de mecanizado de las ruedas en las zonas de contacto.
- Condiciones de mecanizado de los taladros realizados en el velo.

- Condiciones de mecanizado y acabado de las zonas del disco en contacto con la rueda.
- Condiciones de montaje y reutilización de los discos de freno.
- Condiciones de montaje y reutilización de los elementos de unión discos de freno-rueda.

– Inspecciones periódicas.—Debido a la complejidad de cuantificar teóricamente la influencia del montaje sobre la unión disco/rueda (ver apartado I.2.2.3 de este anexo), el fabricante del vehículo fijará en el manual de mantenimiento, basándose en experiencias en servicio documentadas de montajes similares, unas inspecciones periódicas, indicando:

- Frecuencia de inspecciones por ultrasonidos del velo de rueda.
- Procedimiento de verificación por ultrasonidos del velo de rueda

En el caso de que no existan montajes similares con experiencias en servicio comparables para determinar las frecuencias de inspección, o que mediante cálculo no pudieran establecerse dichas similitudes, se efectuarán ensayos en banco o en línea para definir las frecuencias de inspección.

El tipo de ensayo y su contenido serán objeto de un acuerdo entre el fabricante de la rueda y la entidad encargada de la certificación.

## ANEXO J

### Interferencias por armónicos sobre los sistemas de señalización

#### J.1 *Proceso de aceptación*

Debido a que resulta imposible reproducir en un único ensayo todas las situaciones que se van a dar durante la explotación del material rodante ferroviario a lo largo de su vida, resulta necesario establecer un proceso de aceptación, que conste de:

- Pruebas con medida sobre el material rodante.
- Comprobación de la no perturbación de los circuitos de vía existentes en las líneas sobre las que va a circular el material rodante.

#### J.2 *Fases del proceso*

- Fase 1 (Ensayo de tipo): Realización de ensayos con medida en los diferentes tipos de infraestructura por las que el material rodante va a circular (25 kVca o 3 kVcc).

Dentro de las infraestructuras de 25 kVca, existen importantes diferencias entre las electrificaciones de 1x25 kV y 2x25 kV, que influyen en el retorno de la corriente que consume el material rodante y por consiguiente en los circuitos de vía, por lo que se deben realizar pruebas diferenciadas para estos dos tipos de infraestructura.

Los ensayos y medidas deberán realizarse para todas las posibles configuraciones del material rodante (simple, doble, triple, etc.), aplicando diferentes niveles de potencia de tracción y freno eléctrico, y en condiciones de funcionamiento normal y degradado, conforme a la norma UNE-EN 50238 y según se defina en el proyecto.

Los tramos sobre los que se realizarán los ensayos se definirán en fase de proyecto mediante acuerdo entre el solicitante y la autoridad competente.

- Fase 2 (Ensayo de tipo): Procesamiento de la señal temporal de intensidad registrada mediante conversión al dominio de la frecuencia.

Se filtrará la señal para todas las frecuencias sensibles de todos los tipos de circuitos de vía que contenga la línea, líneas o red para las que se quiere autorizar la circulación del material rodante, comprobando que no se superan en ningún caso los umbrales definidos por la máscara de cada tipo de circuito de vía en el documento «Especificación sobre circuitos de vía de ADIF». Los filtros utilizados, el tiempo de integración y otros factores

necesarios para el tratamiento de los datos registrados serán conforme al documento «Especificación sobre circuitos de vía de ADIF», en función de la tecnología de los circuitos de vía existentes.

Hay que considerar que existen situaciones que pueden provocar eventualidades que conduzcan a datos fuera de los límites establecidos, tales como:

Eventualidades ajenas al equipo de tracción y auxiliares del tren:

- o Maniobras del disyuntor del tren.
- o Captación de corriente a través del pantógrafo.
- o Contacto rueda-carril.

Eventualidades ajenas al comportamiento del material:

- o Maniobra del disyuntor de las subestaciones.
- o Defectos en la puesta a tierra de la infraestructura.
- o Armónicos provenientes de la infraestructura.

Se admitirá un análisis de los datos obtenidos con el fin de discriminar los efectos provocados por estas eventualidades del comportamiento real del tren.

– Fase 3 (Ensayo de tipo): Recorrido de comprobación.

Superada la fase 2, se precisará una autorización provisional de circulación para realizar recorridos de comprobación en condiciones de explotación (es decir, al amparo del bloqueo de la línea).

Se realizará al menos un recorrido en régimen de comprobación (sin medida) por aquellas líneas por las que ha de circular el material rodante. Este recorrido podrá incluirse dentro de los recorridos exigidos por esta ETH. Desde la infraestructura se deberá controlar la no afectación de ningún circuito de vía de la línea recorrida.

## ANEXO K

### Especificaciones técnicas de lunas laterales

K.1 *Campo de aplicación.*—Se definen las características técnicas de las lunas laterales de las cabinas de conducción y de salas de viajeros del material remolcado para su homologación y suministro.

K.2 *Características de los cristales.*—El vidrio componente podrá ser simple o laminar, siempre que cumpla la norma E/ECE/324 R43.

Las tolerancias de las medidas de los cristales serán conformes a las indicadas en los respectivos planos, debiendo respetar, como mínimo, las características siguientes:

K.2.1 *Planeidad.*—La planeidad del vidrio laminado es la de los materiales que lo constituyen, si bien la flecha máxima admisible medida en la dirección más desfavorable no será superior a 3 mm/m.

K.2.2 *Transparencia.*—La transparencia no debe ser inferior al 70% de la del vidrio ordinario del mismo espesor según la norma E/ECE/324 R43.

Las lunas deben ser lo suficientemente planas y lisas para que los objetos vistos a su través, a una distancia de 0,25 m. y con un ángulo de 20°, no estén deformados.

Tampoco deben deformar los objetos, vistos por reflexión o refracción.

Las características de transparencia se comprobarán en cada tipo de vidrio.

K.3 *Defectos ópticos.*—Son aquellos que son susceptibles de alterar la visión produciendo distorsiones ópticas. En el vidrio no deberá existir ninguno de los siguientes defectos:

- Hilo: Vena muy fina y bien delimitada.
- Curvatura localizada: Depresión de la superficie.
- Irregularidades superficiales: Débiles deformaciones superficiales en gran número.
- Onda: Vena en la masa vítrea.
- Marca: Distorsión generalizada de aspecto blanquecino.

La forma de detectarlos será mediante examen visual en cada tipo de vidrio, bajo un determinado ángulo de incidencia a distancia determinada o mediante aparatos ópticos.

#### K.4 Resistencias.

K.4.1 Resistencia mecánica.—En ensayo realizado a 20 °C de temperatura la energía mínima absorbida será para cualquier tipo y composición la marcada de acuerdo al nivel de ataque solicitado siendo ésta de:

Nivel C . . . . .	199 Julios
P. Civil. . . . .	294 Julios

K.4.2 Resistencia a la flexión.—Para verificar la capacidad de absorción de las vibraciones y presiones originadas durante el cruce de los trenes y en la entrada y salida de túneles, se realizará un ensayo de resistencia a las variaciones de presión para cada tipo de luna del vehículo, considerando la máxima variación de presión calculada para el material rodante.

K.4.3 Resistencia al choque.—La verificación de la resistencia al golpe se realizará en Laboratorio Oficial, preparado para este tipo de ensayo.

#### K.4.4 Probetas de ensayo

Medidas: 600 × 600 mm.  
Número: Tres, una para cada ensayo.

#### K.4.5 Projectiles.

Bola de acero de 2.260 +/- 20 gramos con diámetro de 82 mm.  
Cilindro con punta redonda de 10 Kg con diámetro de 82 mm.

K.4.6 Impacto.—La energía del impacto será la absorbida al elevar cada proyectil a la altura que se determina en el ensayo según se indica a continuación:

TIPO C: Caída libre de la bola, desde 9 m de altura, impactando dos veces sobre el centro de la probeta.

TIPO P.C.: Caída libre del cilindro, desde 3 m de altura impactando una vez sobre el centro de la probeta.

K.5 Metodología de los ensayos.—Los vidrios se someterán en Laboratorio Oficial u homologado a los ensayos siguientes en cada tipo de vidrio:

- Rotura por impacto de un punzón: El vidrio deberá mantenerse adherido a la materia plástica en la proximidad de la zona golpeada.
- Resistencia de los vidrios laminados al agua en ebullición: Se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas según la norma NF F 31-250.
- Otros ensayos: Se podrán exigir justificadamente, en función de las condiciones de operación del material rodante, además de los ensayos señalados, otros ensayos.

K.6 Marcado.—En la cara interior de la luna, se indicará mediante un marcado indeleble, el nombre del fabricante con indicación del tipo y características del cristal y fecha de fabricación.

Las dimensiones del marcado, tipos de letras así como las distancias a los bordes del cristal vendrán definidas en el plano correspondiente.