

## III. OTRAS DISPOSICIONES

### MINISTERIO DE FOMENTO

**13539** *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: Unidades Autopropulsadas».*

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: Unidades Autopropulsadas», 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 «Unidades Autopropulsadas», entendiéndose por tal «aquellas composiciones de uno o varios vehículos que, formando un tren indeformable en explotación, están dotadas de tracción térmica o eléctrica que las hace capaces de desplazarse por si mismas». (Artº 3.2.b 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 «Unidades Autopropulsadas», 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: Unidades Autopropulsadas**

#### 1. *Introducción*

1.1 *Ámbito de aplicación técnico.*—Esta Especificación Técnica de Homologación (ETH) aplica al material rodante denominado como Unidades Autopropulsadas de transporte de viajeros.

Según el artículo 3 de la Orden Ministerial FOM/233/2006, de 31 de enero, se entiende por Unidades Autopropulsadas aquellas composiciones de transporte de viajeros de uno o varios vehículos que, formando un tren indeformable en explotación, están dotadas de tracción térmica o eléctrica que las hace capaces de desplazarse por sí mismas.

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.

Dentro del material autopropulsado, se considera el material de alta velocidad y el material convencional, conforme a las definiciones del Anexo A de esta ETH. Además, los vehículos diseñados para circular con velocidad máxima menor o igual que 200 Km/h que sean aptos para circular por todas o parte de las líneas de Alta Velocidad, donde sean compatibles con las posibilidades de dicha red, cumplirán los requisitos de esta ETH para garantizar la circulación segura en esta red a esa velocidad.

La ETH se aplicará tanto para ramas completas autopropulsadas como para vehículos aislados, pero siempre evaluados dentro de composiciones definidas de vehículos tractores y remolcados.

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 4.1 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. Sin embargo, en esta ETH se incluyen las cuestiones relativas a la integración en los vehículos de los constituyentes de interoperabilidad embarcados en el vehículo del subsistema Control-Mando y Señalización.

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 y la parte embarcada del subsistema control-mando y señalización.
- 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 Dotación de útiles.
- 4.1.1.8 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.
- 4.1.7 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.
- 4.2.1.1 Gálibo.
- 4.2.1.3.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.3.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.3.8 Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.
- 4.2.1.3.9 Vientos transversales.
- 4.2.1.4.1 Carga por eje.
- 4.2.1.4.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.4.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.
- 4.2.1.4.5 Engrasador de pestaña.
- 4.2.1.6.2 Cuerpos de eje.
- 4.2.1.6.4 Rodamientos.
- 4.2.1.6.5 Grasa.
- 4.2.1.6.6 Cuerpos de caja de grasa.
- 4.2.1.6.7 Conjuntos de rodadura de ancho variable.
- 4.2.1.7 Sistema de arenado.
- 4.2.2.1.5 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.
- 4.2.2.3 Ventilación de baterías.
- 4.2.3.1.3 Supervisión.
- 4.2.3.6.1 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes. Temperatura.
- 4.2.3.6.2 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes. Cajas de grasa.
- 4.2.2.6.3 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes. Equipo embarcado.
- 4.2.3.8 Dispositivo de vigilancia H. M.
- 4.2.3.9 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.
- 4.2.3.10 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.
- 4.2.4.4 Climatización de la cabina de conducción.
- 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.
- 4.2.6.1.2 Requerimientos de adherencia en tracción.
- 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:

- 4.2.1.3.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.3.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.3.3 Sistema de detección de inestabilidad.
- 4.2.1.3.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.
- 4.2.1.3.7 Franqueo de alabeos de vía.
- 4.2.1.4.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.5 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.
- 4.2.1.6.1 Ejes montados.
- 4.2.1.6.3 Ruedas.
- 4.2.3.7 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.
- 4.2.1.3.1 Comportamiento dinámico del material.
- 4.2.1.3.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.
- 4.2.1.3.8 Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.
- 4.2.1.3.9 Vientos transversales.
- 4.2.1.4.1 Carga por eje.
- 4.2.1.4.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.
- 4.2.1.4.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.
- 4.2.1.6.2 Cuerpos de eje.
- 4.2.1.6.3 Ruedas.
- 4.2.5.1.7 Sistemas de freno que actúan directamente sobre la vía.
- 4.2.6.1.4 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.
- 4.1.6 Válvula o membrana de expansión de los transformadores.

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.

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:

- 4.1.7 Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.
- 4.2.1.3.3 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 Prestaciones de tracción.
- 4.2.6.1.3 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.
- 4.2.2.3 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.
- 4.2.1.3.9 Vientos transversales.
- 4.2.3.3 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.3.9 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.
- 4.2.2.3 Ventilación de baterías.

#### 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:

- 4.2.3.3 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
- 4.2.3.4.1 Compatibilidad con los circuitos de vía. Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.
- 4.2.3.4.2 Compatibilidad con los circuitos de vía. Corrientes armónicas.
- 4.2.3.5.1 Instalaciones de telecomunicación ferroviaria. Corrientes psfométricas.
- 4.2.3.7 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:

- 4.2.4.4 Climatización de la cabina de conducción.
- 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 Longitud máxima del tren.
- 4.2.1.3.10 Cruce en túneles.
- 4.2.1.4.2 Esfuerzos verticales estáticos.
- 4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.
- 4.2.2.1.2 Frenos de recuperación.
- 4.2.2.1.3 Limitación de potencia.
- 4.2.2.1.4 Factor de potencia.
- 4.2.2.1.6 Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.
- 4.2.2.1.7 Paso de secciones de separación de fase.
- 4.2.2.1.8 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.
- 4.2.2.1.9 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
- 4.2.2.1.10 Sobretensiones generadas por el material rodante.
- 4.2.2.2.5 Espaciado entre pantógrafos elevados.
- 4.2.3.4.2 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.
- 4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.
- 4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS.
- 4.2.3.1.3 Supervisión.
- 4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.
- 4.2.3.3 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.

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:

- 4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.
  - 4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS.
  - 4.2.3.3 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
  - 4.2.3.5.1 Compatibilidad con las 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:

- 4.2.1.4.4 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.

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.
- 4.2.1.3.10 Cruce en túneles.
- 4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.

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:

- 4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.
- 4.2.3.5.2 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:

- 4.2.1.3.6 Características geométricas de los ejes montados.
- 4.2.2.1.6 Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.
  - 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 Prestaciones de tracción.
- 4.2.6.1.3 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:

- 4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.
  - 4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS.
  - 4.2.3.3 Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.
  - 4.2.3.5.1 Compatibilidad con las Instalaciones de telecomunicación ferroviaria.
- Corrientes psofométricas.
- 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.
- 4.2.2.1.2 Frenos de recuperación.
- 4.2.2.1.3 Limitación de potencia.
- 4.2.2.1.4 Factor de potencia.
- 4.2.2.1.7 Paso de secciones de separación de fase.
- 4.2.2.1.9 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
  - 4.2.2.2.1 Concepción y validación del pantógrafo.
  - 4.2.2.2.2 Calidad de la captación pantógrafo/catenaria.
  - 4.2.2.2.3 Dispositivo de seguridad.
  - 4.2.2.2.4 Sistema de accionamiento por el maquinista.
  - 4.2.2.2.6 Fuerza de contacto estática.

- 4.2.3.3 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 Longitud máxima del tren.
- 4.2.1.3.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.
- 4.2.1.3.5 Circulación por curvas/contracurvas.
- 4.2.1.3.6 Características geométricas de los ejes montados.
- 4.2.1.3.7 Franqueo de alabeos de vía.
- 4.2.2.1.1 Funcionamiento normal.
- 4.2.2.1.2 Frenos de recuperación.
- 4.2.2.1.3 Limitación de potencia.
- 4.2.2.1.4 Factor de potencia.
- 4.2.2.1.9 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.
- 4.2.3.4.1 Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.
- 4.2.6.1.2 Requerimientos de adherencia en tracción.
- 4.3.1 Ruido.
- 4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.

Requisito esencial 2.4.4:

Control.

«Los trenes deberán ir equipados de un aparato registrador. Los datos recogidos por dicho aparato y el tratamiento de la información serán objeto de armonización.».

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

- 4.2.3.1.4 Registrador jurídico o unidad de grabación embarcada.
- 4.2.3.1.5 Registrador de voz.

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 entre los requisitos esenciales y los requisitos funcionales y técnicos

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				
Dotación de útiles.	4.1.1.7	1.1.1				
Otros cristales interiores.	4.1.1.8	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				

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
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		
Válvula o membrana de expansión de los transformadores.	4.1.6	1.1.4				
Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.	4.1.7	1.1.1	1.2			
Gálibo.	4.2.1.1	1.1.1			1.5, 2.4.3.3	
Longitud máxima del tren.	4.2.1.2				1.5, 2.4.3.3	
Comportamiento dinámico del material.	4.2.1.3.1	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Comportamiento dinámico de los vehículos de caja inclinable.	4.2.1.3.2	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Sistema de detección de inestabilidad.	4.2.1.3.3	1.1.2	1.2			
Aptitud para circular por curvas de radio reducido.	4.2.1.3.4	1.1.2			2.4.3.3	
Circulación por curvas/contracurvas.	4.2.1.3.5				2.4.3.3	
Características geométricas de los ejes montados.	4.2.1.3.6		2.4.2		2.4.3.3	
Franqueo de alabeos de vía.	4.2.1.3.7	1.1.2			2.4.3.3	
Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.	4.2.1.3.8	1.1.1, 1.1.3				
Vientos transversales.	4.2.1.3.9	1.1.1, 1.1.3		1.4.1		
Cruce en túneles.	4.2.1.3.10	2.4.1.8			1.5	
Carga por eje.	4.2.1.4.1	1.1.1, 1.1.3				
Esfuerzos verticales estáticos.	4.2.1.4.2				1.5	
Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	4.2.1.4.3	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3				
Fuerzas longitudinales sobre la vía.	4.2.1.4.4	1.1.1, 1.1.3, 2.4.1.3				
Engrasador de pestaña.	4.2.1.4.5	1.1.1				
Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	4.2.1.5	1.1.2				
Ejes montados.	4.2.1.6.1	1.1.2				
Cuerpos de eje.	4.2.1.6.2	1.1.1, 1.1.3				
Ruedas.	4.2.1.6.3	1.1.2, 1.1.3				
Rodamientos.	4.2.1.6.4	1.1.1				
Grasa.	4.2.1.6.5	1.1.1				
Cuerpos de caja de grasa.	4.2.1.6.6	1.1.1				
Conjuntos de rodadura de ancho variable.	4.2.1.6.7	1.1.1				
Sistema de arenado.	4.2.1.7	1.1.1				
Funcionamiento normal.	4.2.2.1.1				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Frenos de recuperación.	4.2.2.1.2				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Limitación de potencia.	4.2.2.1.3				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Factor de potencia.	4.2.2.1.4				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	4.2.2.1.5	1.1.1				
Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	4.2.2.1.6		2.4.2		1.5	
Paso de secciones de separación de fase.	4.2.2.1.7				1.5, 2.4.3.2	
Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.	4.2.2.1.8					

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
Salto de tensión, interrupciones y cortocircuitos.	4.2.2.1.9				1.5, 2.4.3.2, 2.4.3.3	
Sobretensiones generadas por el material rodante.	4.2.2.1.10				1.5	
Concepción y validación.	4.2.2.2.1				2.4.3.2	
Calidad de la captación pantógrafo/catenaria.	4.2.2.2.2				2.4.3.2	
Dispositivo de seguridad.	4.2.2.2.3				2.4.3.2	
Sistema de accionamiento por el maquinista.	4.2.2.2.4				2.4.3.2	
Espaciado entre pantógrafos elevados.	4.2.2.2.5				1.5	
Fuerza de contacto estática.	4.2.2.2.6				2.4.3.2	
Ventilación de baterías.	4.2.2.3	1.1.1, 1.3.2				
ERTMS/ETCS.	4.2.3.1.1	2.4.1.2			2.3.2, 2.4.3.1	
Otros sistemas distintos de ERTMS.	4.2.3.1.2	2.4.1.2			2.3.2, 2.4.3.1	
Supervisión.	4.2.3.1.3	1.1.1			2.3.2	
Registrador jurídico.	4.2.3.1.4					2.4.4
Registrador de voz.	4.2.3.1.5					2.4.4
Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.	4.2.3.2	2.4.1.8, 2.4.1.10			2.3.2	
Sistemas de seguridad y control del tren. Perturbaciones.	4.2.3.3	2.4.1.2		1.4.1, 1.4.3	2.3.2, 2.4.3.1, 2.4.3.2	
Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	4.2.3.4.1			1.4.3	2.4.3.3	
Corrientes armónicas.	4.2.3.4.2				1.5	
Corrientes psofométricas.	4.2.3.5.1	2.4.1.2		1.4.3	2.4.3.1	
Sistema de megafonía.	4.2.3.5.2	2.4.1.10				
Temperatura.	4.2.3.6.1	1.1.1				
Cajas de grasa.	4.2.3.6.2	1.1.1				
Equipo embarcado.	4.2.3.6.3	1.1.1				
Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	4.2.3.7	1.1.2		1.4.3		
Dispositivo de vigilancia H. M.	4.2.3.8	1.1.1				
Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	4.2.3.9	1.1.1		1.4.1		
Marcas de identificación del material rodante.	4.2.3.10	1.1.1				
Equipos del puesto de conducción.	4.2.4.1	1.1.1			2.3.2	
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				
Climatización de la cabina de conducción.	4.2.4.4	1.1.1		1.4.4		
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				
Prestaciones de tracción.	4.2.6.1.1		1.2, 2.4.2			

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
Requerimientos de adherencia en tracción.	4.2.6.1.2	1.1.1			2.4.3.3	
Enganches extremos.	4.2.6.1.3		1.2, 2.4.2			
Dispositivos de choque y tracción internos al tren.	4.2.6.1.4	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 las unidades autopropulsadas de transporte de viajeros de alta velocidad.
- la norma UNE-EN 15227 para las unidades autopropulsadas 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 las unidades autopropulsadas de alta velocidad.
- el anexo A de la norma UNE-EN 15227 para las unidades autopropulsadas convencionales.

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 bajo bastidor que sean susceptibles de desprenderse a la vía o que estén sometidos a fuertes aceleraciones o vibraciones, como los motores diesel o árboles de transmisión, deberán 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 las unidades autopropulsadas 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.

Los ensayos de tipo se realizarán 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.

Las unidades autopropulsadas de alta velocidad cumplirán 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.

La unidad autopropulsada incorporará al menos 2 extintores por cada cabina de conducción, y al menos uno de ellos estará dentro de la cabina, y el otro nunca en la sala de máquinas. Además, 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 L.

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 la unidad autopropulsada, 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 L.

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

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 No. 43).

En casos justificados, y según las características de las líneas por las que vaya a circular la unidad autopropulsada, 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 No. 43).

4.1.1.7 Dotación de útiles.—Las unidades autopropulsadas que circulen por la Red Ferroviaria de Interés General dispondrán al menos de los útiles que se especifiquen en el Reglamento General de Circulación.

En el diseño del vehículo, se reservarán espacios adecuados para dicha dotación.

En el ensayo de serie se comprobará que el material rodante dispone de los útiles especificados y que la colocación de los mismos es correcta.

4.1.1.8 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 de las líneas por las que vaya a circular, 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 las unidades autopropulsadas 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 desde el interior, 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.

Si el diseño de la zona exterior de la cabina de conducción 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 las fichas 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.—Las unidades autopropulsadas estarán equipadas 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.

Si la unidad autopropulsada circula al amparo de ERTMS/ETCS, este sistema gestionará la inhibición del frenado de emergencia activado por la alarma de viajeros en función de las condiciones de vía.

En cualquier caso, el sistema mostrará un aviso en la cabina de conducción cuando la alarma haya sido accionada.

La metodología de ensayos de tipo y de serie se realizará a vehículo completo conforme a los protocolos del constructor de la unidad autopropulsada, que incluirán una verificación funcional del diseño.

4.1.2.4 Situaciones de emergencia.

4.1.2.4.1 Salidas de emergencia.—Los vehículos dispondrán de salidas de emergencia debidamente señalizadas, conforme al apartado 4.2.7.1.1 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad. A los efectos de este punto, se entiende como vehículo a la parte de la unidad autopropulsada delimitada por una caja.

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

4.1.2.4.2 Iluminación de emergencia.—El alumbrado de emergencia de los vehículos 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.—Las cabinas de conducción de las unidades autopropulsadas de alta velocidad respetarán 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 resto de las unidades autopropulsadas, las cabinas de conducción serán conforme a la ficha UIC 651.

4.1.3.2 Inscripciones y rótulos.—Las inscripciones y rótulos de las cabinas de conducción 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 las unidades autopropulsadas de alta velocidad, se cumplirá la ficha UIC 660.

En el ensayo de serie se realizará 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.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad respetarán las prescripciones de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, relacionadas con la protección contra riesgos eléctricos para las personas.

El resto de unidades autopropulsadas cumplirán 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 I 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. Las unidades autopropulsadas respetarán las prescripciones de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En lo relativo a las cargas de presión al aire libre de las unidades autopropulsadas 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.

4.1.5.2 Avisadores acústicos.—Los avisadores acústicos de las unidades autopropulsadas 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 tren son capaces de emitir los distintos tonos implementados, que cumplirán con la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.1.6 Válvula o membrana de expansión de los transformadores.–Los transformadores de potencia de 25 kV refrigerados por aceite deberán tener una válvula o membrana de expansión para evitar las consecuencias de una explosión interna. En caso de disparo del dispositivo, se debe prever la evacuación del aceite de forma que se eviten riesgos de proyecciones e incendios.

4.1.7 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.–Las unidades autopropulsadas deberán cumplir lo establecido en la Instrucción de Gálibos Ferroviarios.

Se podrán admitir unidades autopropulsadas con gálibos cinemáticos mayores para circular por una línea cuando el administrador de la infraestructura lo permita.

En vehículos de caja inclinable, para el estudio del gálibo cinemático 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 de la inclinación 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 Longitud máxima del tren.–Para los vehículos autopropulsados que circulen por líneas de alta velocidad, la longitud máxima del tren será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

En cualquier caso, la longitud máxima del tren será acorde con las características de las líneas por las que va a circular según la Declaración sobre la Red.

### 4.2.1.3 Seguridad de marcha.

4.2.1.3.1 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.

4.2.1.3.2 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.

4.2.1.3.3 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.

4.2.1.3.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.–Las unidades autopropulsadas serán aptas para circular en condiciones de explotación por curvas de 250 m de radio, respetando el gálibo en las condiciones del apartado 4.2.1.1 de esta ETH.

En depósitos o talleres, las unidades autopropulsadas serán aptas para circular en unidad simple por curvas de 125 m de radio, 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.

4.2.1.3.5 Circulación por curvas/contracurvas.–Las unidades autopropulsadas de alta velocidad serán capaces de circular por curvas / contracurvas conforme a la ficha UIC 660, pudiendo circular acoplado con otro tren por los escapes de estaciones y talleres, sin necesidad de respetar el gálibo.

También serán capaces de circular dos trenes acoplados por las curvas / contracurvas existentes en los desvíos de vía general a la vía desviada, pero respetando el gálibo en las condiciones del apartado 4.2.1.1 de esta ETH.

Las unidades autopropulsadas deben 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 a tren completo se realizará en una instalación con curva, recta, y contracurva, según UIC 527-1. Consistirá en pasar dos trenes 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.

4.2.1.3.6 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, con vehículo vacío o cargado será:

- Para ruedas con diámetro nominal  $\geq 840$  mm y  $\leq 1.250$  mm, el valor máximo de 1.596 mm y mínimo de 1.590 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. Se admitirá:

- Se admitirá un valor máximo de 1659 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 con el bogie en prensa simulando el peso del vehículo cargado.

- Ensayo de serie: Comprobar todas las dimensiones en el eje montado aislado.

4.2.1.3.7 Franqueo de alabeos de vía.—Las unidades autopropulsadas deberán 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.

4.2.1.3.8 Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.—Los ejes de cabeza de la unidad autopropulsada deberán estar protegidos por quitapiedras cumpliendo lo establecido al respecto en la ficha UIC 615-1.

4.2.1.3.9 Vientos transversales.—Las unidades autopropulsadas de velocidad máxima superior a 190 km/h cumplirán 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.

4.2.1.3.10 Cruce en túneles.—Deberán 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 14067-3:2004. Será recomendable cumplir los criterios del anexo B de la norma UNE-EN 14067-5.

Las unidades autopropulsadas 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.

Los procedimientos de ensayo y simulación a nivel de diseño dentro de túneles se encuentran en el apartado 4 de la norma UNE-EN 14067-5:2007.

#### 4.2.1.4 Solicitaciones.

4.2.1.4.1 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 podrán 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.

4.2.1.4.2 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.

4.2.1.4.3 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:

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

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

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

4.2.1.4.5 Engrasador de pestaña.—Para proteger los carriles y las ruedas contra el desgaste excesivo, particularmente en curvas, las unidades autopropulsadas deberán equiparse con lubricación de pestaña como mínimo en el eje de cabeza. Después de la lubricación, la zona de contacto entre la banda de rodadura y el carril no debe quedar contaminada.

En el ensayo de tipo, se comprobará que el aplicador del lubricante está correctamente situado y que el sistema actúa según el modo previsto.

En el ensayo de serie, se comprobará que el aplicador del lubricante está correctamente situado, de manera que el lubricante se deposite en la pestaña de la rueda.

4.2.1.5 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 a vehículo completo 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.

#### 4.2.1.6 Exigencias de los ejes.

4.2.1.6.1 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 4.2.1.3.6 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.

4.2.1.6.2 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.

4.2.1.6.3 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 4.2.1.3.6 de esta ETH. En lo relativo a la validación técnica se cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 13979-1.

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 J 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 y la ficha UIC 510-5.

#### 4.2.1.6.4 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.

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

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

4.2.1.6.6 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.

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

4.2.1.7 Sistema de arenado.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad equiparán un sistema de arenado conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto de unidades autopropulsadas, si equipan un sistema de arenado, estará prohibido el arenado automático continuo a velocidades inferiores a 20 km/h, salvo por una orden del sistema antipatinaje en tracción. Durante el frenado, cuando actúe el sistema antibloqueo, el arenado automático continuo no estará permitido a velocidades inferiores a 30 km/h.

En el ensayo de tipo se comprobarán todos los requisitos anteriormente citados.  
En el ensayo de serie se comprobará que la salida de arena está correctamente situada y que la dosificación de la misma es correcta.

#### 4.2.2 Compatibilidad con la alimentación de la energía eléctrica.

##### 4.2.2.1 Instalaciones de tracción 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 cambiando entre las dos (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 de las unidades autopropulsadas 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 Frenos de recuperación.—Se admitirá el empleo de frenos de recuperación en el material de tracción eléctrica, siempre y cuando se cumpla lo indicado en el apartado 12.1.1 de la norma UNE-EN 50388.

Para el ensayo de tipo a vehículo completo, se respetará lo indicado en el apartado 14.7.1 de la norma UNE-EN 50388.

4.2.2.1.3 Limitación de potencia.—Se dispondrá de dispositivos instalados a bordo según lo establecido en la sección 7 de la norma UNE-EN 50388.

Además, en los vehículos alimentados por corriente continua, la corriente en parado se limitará a una intensidad máxima de 300 A.

Para el ensayo de tipo a vehículo completo, se respetará lo indicado en el apartado 14.3 de la norma UNE-EN 50388.

4.2.2.1.4 Factor de potencia.—Para sistemas de tracción en corriente alterna, el dato de diseño para el factor de potencia del tren está indicado en la sección 6 de la norma UNE-EN 50388.

En cuanto al estacionamiento del tren, se tendrá en cuenta el apartado 4.2.8.3.3 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el ensayo de tipo a vehículo completo, se respetará lo indicado en el apartado 14.2 de la norma UNE-EN 50388.

4.2.2.1.5 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 en fase serie (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) según la metodología establecida en la norma UNE-EN 60077-4.

– Se llevará a cabo un ensayo de tipo 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.

4.2.2.1.6 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.

4.2.2.1.7 Paso de secciones de separación de fase.—Para las unidades autopropulsadas que circulen 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 3 kV C.C. 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.

4.2.2.1.8 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad que circulen 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.

4.2.2.1.9 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.

4.2.2.1.10 Sobretensiones generadas por el material rodante.—Las sobretensiones debidas a los armónicos generados por las unidades autopropulsadas con tracción eléctrica que circulen 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.—Este requisito se subdivide en 6 apartados que definen el pantógrafo en su conjunto (apartados 4.2.2.2.1 a 4.2.2.2.7).

4.2.2.2.1 Concepción y validación.—En unidades autopropulsadas de alta velocidad, se cumplirán los requisitos de los apartados 4.2.8.3.7 y 4.2.8.3.8 la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto de vehículos, el pantógrafo deberá ser concebido y validado conforme a las normas UNE-EN 50206-1 y UNE-EN 50367.

Cuando no se cumplan alguno de los requisitos anteriores, se podrán admitir geometrías de arco diferentes, previa aprobación de un estudio específico que garantice el cumplimiento del requisito esencial 2.4.3.2.

Los ensayos de tipo y de serie a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) se definen en la norma UNE-EN 50206-1.

4.2.2.2.2 Calidad de la captación pantógrafo/catenaria.—Para los vehículos que circulen por líneas de 25 kV C.A., la calidad de la interacción pantógrafo/catenaria será conforme al apartado 4.2.8.3.6.5 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para los vehículos que circulen por líneas de 3 kV C.C., se considerará lo establecido en la norma UNE-EN 50367, en lo relativo a calidad de captación.

Los ensayos de tipo a vehículo completo se incluyen en las normas UNE-EN 50317 y UNE-EN 50367. Además se realizará una simulación del sistema pantógrafo - catenaria según la norma UNE-EN 50318.

En el ensayo de serie a vehículo completo, se verificará la correcta configuración de alerones de acuerdo con el tipo validado.

4.2.2.2.3 Dispositivo de seguridad.—En líneas de 25 kV C.A., los pantógrafos irán equipados con un dispositivo automático de descenso en caso de rotura del pantógrafo, de conformidad con los puntos 4.8 y 4.9 de la norma UNE-EN 50206-1.

Los ensayos de tipo a vehículo completo están definidos en los apartados 6.3.2 y 6.3.3 de la norma UNE-EN 50206-1.

4.2.2.2.4 Sistema de accionamiento por el maquinista.—Los vehículos dispondrán de un sistema que permita subir y bajar los pantógrafos adecuados, teniendo en cuenta las restricciones establecidas por el vehículo y la infraestructura como se indica en el apartado 4.2.2.2.5.

Los vehículos politensión se diseñarán de forma que se impida realizar maniobras incompatibles.

En el ensayo de tipo a vehículo completo, se comprobará la funcionalidad e incompatibilidades establecidas en los requisitos de diseño, así como el funcionamiento en condiciones degradadas conforme a las prescripciones del fabricante.

En el ensayo de serie a vehículo completo, se verificará el correcto funcionamiento del sistema de accionamiento, conforme al apartado 6.3.2 de la norma UNE-EN 50206-1.

4.2.2.2.5 Espaciado entre pantógrafos elevados.—El espaciado entre pantógrafos elevados vendrá limitado por la longitud de la zona neutra y la calidad de captación.

En relación con el tipo de zona neutra de separación de fases, se aplicará lo indicado en el apartado 4.2.8.3.6.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad y el apartado 7.4.4 de la ETI de Energía de Alta Velocidad, teniendo en cuenta el tipo de zona neutra existente en las líneas de 25 kV C.A. por las que vaya a circular.

En relación con la calidad de captación en las líneas de 25 kV C.A., el espaciado mínimo entre pantógrafos elevados vendrá limitado por el cumplimiento del apartado 4.2.8.3.6.5 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad. Para los vehículos que circulen por líneas de 3 kV C.C., se considerará lo establecido en la ficha UIC 794-1 en lo relativo a calidad de captación.

Los ensayos de tipo a vehículo completo se incluyen en las normas UNE-EN 50317, UNE-EN 50318 y UNE-EN 50367.

4.2.2.2.6 Fuerza de contacto estática.—La fuerza de contacto estática del pantógrafo será conforme a lo estipulado en el apartado 4.2.8.3.7.3 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, para 25 kV C.A.

Para 3 kV C.C., la fuerza estática será la indicada en el apartado 7.1 de la norma UNE-EN 50367.

Los ensayos de tipo se describen en el apartado 6 de la norma UNE-EN 50317.

En el ensayo de serie, se verificará el correcto ajuste de la fuerza de contacto estática, tomando como referencia el apartado 6.3.1 de la norma UNE-EN 50206-1.

4.2.2.3 Ventilación de baterías.—La disposición de las baterías de las unidades autopropulsadas 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 Sistemas de seguridad y control del tren.—El tren estará equipado al menos con un sistema de control, mando y señalización compatible con el de máximas prestaciones de cada una de las líneas por las que vaya a circular.

4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.—El equipo embarcado ERTMS/ETCS deberá respetar las prescripciones contenidas en las ETI de Control, Mando y Señalización de Alta Velocidad o Convencional, según proceda, en la Decisión 2008/386/CE y en los documentos «Parte I: Funcionalidad Nacional del sistema ERTMS Equipo Embarcado» y «Anejo 1: Descripción técnica de los paquetes y variables específicos de las Funciones Nacionales de ERTMS/ETCS».

La integración del equipo ERTMS/ETCS embarcado garantizará la compatibilidad con los subsistemas de Control-Mando y Señalización y de Material Rodante.

El proceso de validación para el equipo embarcado se recoge en la ETI de Control, Mando y Señalización que le sea de aplicación y en la Decisión 2008/386/CE. Además, deberán realizarse los ensayos adicionales determinados por la Autoridad Ferroviaria para la integración del sistema.

4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS/ETCS.—En relación con los sistemas de seguridad y control del tren, se respetará lo siguiente:

Estos equipos embarcados (ASFA, LZB y EBICAB), deberán haber sido homologados de acuerdo a sus especificaciones y protocolos de ensayo, de acuerdo a lo establecido por la Autoridad Ferroviaria.

ASFA: Se cumplirán los requerimientos de integración en el material rodante según el documento «Especificaciones Técnicas y Funcionales del Sistema Embarcado ASFA Digital».

Los trenes estarán dotados de sistema ASFA para circular por líneas que únicamente dispongan de este sistema.

LZB: Se cumplirán los requerimientos de integración en el material rodante según su especificación técnica.

EBICAB: Se cumplirán los requerimientos de integración en el material rodante según su especificación técnica.

Las funciones de los sistemas ASFA, LZB y EBICAB podrán ser desarrolladas por los correspondientes STM o como sistemas independientes.

Se realizarán los ensayos estáticos y dinámicos incluidos en el protocolo de pruebas de integración para cada sistema (ASFA, LZB, EBICAB).

4.2.3.1.3 Sistemas de detección, supervisión y diagnóstico.—Para las unidades autopropulsadas de alta velocidad, la supervisión de las funciones y equipos relacionados con la seguridad será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, y se aplicará a las funciones y equipos de seguridad que figuran en dicha ETI.

Para las unidades autopropulsadas convencionales, se realizará una supervisión propia o externa de las funciones y equipos relacionados con la seguridad, que se citan a continuación (en el caso de que la unidad autopropulsada disponga de ellos):

- ausencia de vigilancia del maquinista (H. M.)
- información de los equipos embarcados del subsistema de control-mando y señalización
- funcionamiento de las puertas de viajeros
- detección de inestabilidades en el mecanismo de rodadura
- sistema de detección de cajas calientes
- activación de la alarma de pasajeros
- avería en el sistema de freno
- detección de descarrilamiento
- detección de incendios

Esta supervisión será continua, o a una frecuencia adecuada que asegure una detección fiable de la avería suficientemente a tiempo. El sistema también estará conectado a la unidad de grabación embarcada (registrador jurídico) para asegurar la necesaria trazabilidad.

Se emitirá una indicación de dicha detección para el maquinista, a la que éste deberá responder. Deberá producirse una respuesta automática si la avería puede tener consecuencias graves para la seguridad.

La metodología del ensayo de tipo a vehículo completo será conforme a los protocolos del fabricante, que incluirán una verificación del cumplimiento de todas las exigencias aplicables.

En el ensayo de serie a vehículo completo se verificará que los sistemas de control y diagnóstico están correctamente instalados y configurados, de manera que detectan el funcionamiento anómalo de los sistemas supervisados. El alcance de esta verificación se realizará provocando un fallo simple en cada uno de los sistemas (por ejemplo, desconexión del transductor acelerométrico del sistema de detección de inestabilidad, o de los termopares en caso del sistema de detección de cajas calientes), verificando que se reciben en cabina de conducción los mensajes adecuados y que el sistema de control del tren reacciona de la manera prevista.

4.2.3.1.4 Registrador jurídico.—Los trenes equiparán un registrador jurídico que cumplirá los requisitos que se incluyen en el anexo H de esta ETH, que establece lo siguiente:

- Especificaciones funcionales del sistema.
- Especificaciones técnicas del sistema.
- Parámetros a registrar.

– Descarga de los registros.

La metodología de los ensayos de tipo y de serie a componente (ver Cuadro D.1 del anexo D de esta ETH) será conforme al apartado H.5 del anexo H.

La metodología de los ensayos de tipo y de serie a vehículo completo será conforme a los protocolos del fabricante, que incluirán una verificación de la correcta integración del equipo en el vehículo, comprobando que las principales señales de circulación se registran correctamente.

4.2.3.1.5 Registrador de voz.–Los requisitos para el registrador de voz se incluyen en el anexo H de esta ETH.

Los ensayos de tipo y de serie para las condiciones de funcionamiento, diseño y construcción del registrador de voz se incluyen en el Anexo H de esta ETH.

4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.–Los trenes que circulen por líneas equipadas solamente con sistema de radiotelefonía Tren-Tierra deberán llevar este sistema embarcado, compatible con el instalado en las líneas por las que vaya a circular y conforme a las fichas UIC 751-1, 751-2 y 751-3.

Los trenes que circulen por líneas equipadas con sistema de radiotelefonía GSM-R deberán llevar este sistema embarcado conforme a las especificaciones de la ETI de Control, Mando y Señalización que le sea de aplicación, la Decisión 2008/386/CE y la norma «Radiotelefonía Digital GSM-R. Norma de la radiocabina».

Se realizarán los ensayos incluidos en el protocolo de pruebas para cada sistema.

4.2.3.3 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.

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

El resto de las unidades autopropulsadas 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.

4.2.3.4 Compatibilidad con los circuitos de vía.

4.2.3.4.1 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.

4.2.3.4.2 Corrientes armónicas.–Los vehículos que circulan por líneas con corriente continua equipadas con circuitos de vía de 50 Hz no generarán ni permitirán el paso de

componentes de corriente de 50 Hz de más de 1,5 A de valor eficaz. Las unidades autopropulsadas de tracción eléctrica dispondrán de un detector de 50 Hz que actuará sobre el sistema de tracción y 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 (unidad autopropulsada en composición simple) debe poseer  $2 \Omega$  de impedancia de entrada mínima a 50 Hz.

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

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

#### 4.2.3.5 Compatibilidad con las instalaciones de telecomunicación ferroviaria.

4.2.3.5.1 Corrientes psfométricas.—Se realizará un estudio de las perturbaciones por corrientes psfométricas conforme a la norma 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 K).

4.2.3.5.2 Sistema de megafonía.—El tren deberá tener instalación de sonorización, megafonía e interfonía a bordo conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El sistema de megafonía deberá poder recibir mensajes gestionados por el sistema de radiotelefonía (Tren-Tierra o GSM-R).

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.

#### 4.2.3.6 Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes

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

4.2.3.6.2 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.

4.2.3.6.3 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 la unidad autopropulsada está equipada 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 4.2.3.6.1. 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 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.

4.2.3.7 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.

Las unidades autopropulsadas no deberán 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.

4.2.3.8 Dispositivo de vigilancia H.M.—El tren equipará un dispositivo de vigilancia de acuerdo 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).

4.2.3.9 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad cumplirán con lo establecido en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto de las unidades autopropulsadas 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.

4.2.3.10 Marcas de identificación de los trenes.—Las marcas de identificación de los vehículos serán conforme a las fichas UIC 660 ó UIC 640 según proceda, complementándose con las fichas UIC 438-3, 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 (al menos, Radiotelefonía, dispositivo de vigilancia H. M., control de puertas, y según proceda, ASFA, ERTMS/ETCS, LZB, etc.).

El fabricante presentará una relación de los dispositivos y su ubicación en la cabina de conducción. Para los casos especiales se justificará debidamente la no inclusión de alguno de ellos.

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

4.2.2.2.4 Pantógrafos: Sistema de accionamiento por el maquinista

4.2.3.9. 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) y 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 las unidades autopropulsadas 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.

4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.—Las cabinas de conducción, desde el punto de vista de la protección del personal, deberán cumplir las exigencias de la ficha UIC 651.

Para las unidades autopropulsadas convencionales, las cabinas de conducción deberán cumplir las exigencias de visibilidad de la ficha UIC 651.

Para las unidades autopropulsadas 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 frenos de aire comprimido.—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 estará 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 las unidades autopropulsadas 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 de las unidades autopropulsadas, 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 diferencia de valores de masa en tara y en carga, habrá que dotar al sistema de un cambiador de potencia por si hay que compensar los valores de presión en los cilindros de freno. Ver fichas UIC 540 a 543.

Los trenes cuya composición máxima pueda superar los 250 m y cuya velocidad sea superior a 200 Km/h, irán dotados de freno electroneumático.

- La válvula de mando del freno deberá ser conforme a la ficha UIC 541-03.

El maquinista deberá tener a su disposición dos mandos de freno de urgencia. Deberá haber al menos un mando de acción mecánica directa sobre la conducción general; el otro deberá tener un nivel de seguridad de funcionamiento equivalente.

Las conexiones de la conducción general con la atmósfera se deberán hacer mediante orificios de diámetro mayor o igual que 25 mm.

Los trenes deberán estar dotados de un dispositivo que corte inmediatamente el esfuerzo de tracción en caso de frenada de servicio, emergencia o urgencia.

Las unidades autopropulsadas cortas (monocaja o bicaja) susceptibles de circular aisladas deberán tener sistemas suficientemente redundantes y distribuidos de tal forma que cualquier fallo del sistema no provoque una disminución de la capacidad de frenado de más de un 30%.

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 las unidades autopropulsadas 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 de las unidades autopropulsadas, 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 dinámico, 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.

Las unidades autopropulsadas de alta velocidad cumplirán 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, las unidades autopropulsadas que circulen al amparo del ASFA por esta línea estarán limitadas a la velocidad máxima de circulación que les 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, las unidades autopropulsadas deberán 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 habrán 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.–Las unidades autopropulsadas de alta velocidad cumplirán con las prescripciones establecidas en el apartado 4.2.4.2 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto de las unidades autopropulsadas, 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.–Las unidades autopropulsadas de alta velocidad estarán equipadas de sistemas antideslizamiento y detectores de ejes bloqueados conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto de las unidades autopropulsadas de velocidad superior a 160 km/h estarán equipadas 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.

Se deberán cumplir las exigencias de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad para poder tener en cuenta las prestaciones del freno eléctrico en las prestaciones del freno de servicio.

En el caso de unidades autopropulsadas 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.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad dispondrán de un sistema de freno de estacionamiento conforme a lo estipulado en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

El resto de las unidades autopropulsadas estarán dotadas 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 a las unidades autopropulsadas 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 autorizada a circular la unidad autopropulsada, o las condiciones de circulación 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 unidad autopropulsada.

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 Prestaciones de tracción.—Las prestaciones de tracción de una composición que vaya a circular por líneas de alta velocidad cumplirán las prescripciones establecidas en el apartado 4.2.8.1 de la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

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

4.2.6.1.2 Requerimientos de adherencia en tracción.—Los requerimientos de adherencia en tracción serán conformes a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

4.2.6.1.3 Enganches extremos.—Para las unidades autopropulsadas de alta velocidad o de ancho variable, sólo se admitirá el enganche tipo 10 conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Para el resto de las unidades autopropulsadas, se recomienda utilizar el enganche tipo 10 conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

La altura de los enganches automáticos será conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

La TFA estará situada en la parte superior, y la TDP estará situada en la parte inferior.

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.

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

4.2.6.1.4 Dispositivos de choque y tracción internos al tren.—Los dispositivos de choque y tracción internos al tren 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 del tren es la adecuada.

4.2.6.2 Socorro del tren.

4.2.6.2.1 Procedimiento de operación.—Para el socorro y levante de las unidades autopropulsadas se deberá establecer un procedimiento de operación para los

administradores de las infraestructuras por las que circule, en el que se describirá el procedimiento y los medios para recuperar la unidad autopropulsada en dificultades.

En el caso de que se requieran dispositivos adicionales a los puntos de levante recogidos en las fichas UIC 640 ó UIC 660, se realizará una prueba de remolcado para verificar, independientemente de la evaluación de la unidad autopropulsada, la validez o adecuación del procedimiento para recuperar la unidad autopropulsada en dificultades.

#### 4.2.6.2.2 Acoplamiento y freno.

- Acoplamiento mecánico.—El vehículo 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 conforme a la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad, los enganches especiales para casos de emergencia serán conforme al apartado 4.2.2.2 de dicha ETI. Éstos permitirán preferentemente una circulación a 100 km/h en tracción para unidades autopropulsadas de alta velocidad (60 km/h para unidades autopropulsadas convencionales) y hasta 30 km/h en empuje.

- Acoplamiento neumático.—Las mangas de acoplamiento del enganche especial serán según 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 tren 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 las unidades autopropulsadas.

- Puntos de anclaje.—La localización de puntos de anclaje para levante será conforme a la ficha UIC 640, y adicionalmente la ficha UIC 660 para las unidades autopropulsadas de alta velocidad.

4.2.7 Condiciones ambientales.—La unidad autopropulsada, 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
- 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 electrónicos con incidencia en la seguridad del vehículo (sistema de control, mando y señalización, registrador jurídico, etc.) respetarán además las condiciones especificadas como T3 en la norma UNE-EN 50155.

Los equipos montados en el techo de las unidades autopropulsadas 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.—Las unidades autopropulsadas de alta velocidad, ya sea en circulación o paradas, respetarán los límites de emisión sonora establecidos en la ETI de Material Rodante de Alta Velocidad.

Las unidades autopropulsadas convencionales respetarán 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.—Las unidades autopropulsadas no emitirán 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) de las unidades autopropulsadas 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 de la unidad autopropulsada a una distancia inferior a 0,7 m del eje central de la unidad autopropulsada.

Los gases de escape de los motores térmicos de tracción deberán respetar los niveles de emisiones que se establecen en la Directiva Europea 2004/26/CE y las sucesivas directivas que modifiquen a ésta.

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 la unidad autopropulsada) no incidirán directamente sobre la misma.

En el diseño de las unidades autopropulsadas se tendrán en cuenta las medidas necesarias para minimizar el impacto ambiental de posibles vertidos (líquido de baterías, combustible y aceite) al medio ambiente, tanto en la explotación como en el mantenimiento.

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 2004/26/CE y 2002/88/CE.

4.3.4 Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.—Estará prohibida la utilización en las unidades autopropulsadas 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 las unidades autopropulsadas como combustible de cocinas, calefacción, etc.

4.3.5 Depósitos que contengan líquidos inflamables.—Si la unidad autopropulsada 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 de las unidades autopropulsadas 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 las unidades autopropulsadas 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 de las unidades autopropulsadas, 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 de la unidad autopropulsada 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 las Unidades Autopropulsadas.

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:

- las ruedas (apartado 4.2.1.6.3),
- los disyuntores de la protección eléctrica (apartado 4.2.2.1.5),
- los pantógrafos (apartado 4.2.2.2.1),
- los sistemas embarcados de seguridad, mando y control (apartados 4.2.3.1.1, 4.2.3.1.2, 4.2.3.1.4, 4.2.3.1.5 y 4.2.3.2),
- las luces (apartado 4.2.3.9) 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),
- los enganches situados en los extremos de las composiciones y de emergencia (apartados 4.2.6.1.3 y 4.2.6.2.2),
- los motores diesel de las unidades autopropulsadas y las bocas de recarga de agua y de vaciado de retretes (apartado 4.3.3).

### 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 técnicos 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.		X	X	X		X	X
4.2.1.6.3	Ruedas.		X		X	X	X	X
4.2.2.1.5	Disyuntores.		X		X	X	X	X
4.2.2.2.1	Pantógrafos: Concepción y validación.		X		X	X	X	X
4.2.3.1.1	ERTMS/ETCS.				X		X	X

Apartado	Componente a evaluar	Módulos						
		A*	A1*	B+C	B+D	B+F	H1*	H2
4.2.3.1.2	LZB.				X		X	X
4.2.3.1.2	EBICAB.				X		X	X
4.2.3.1.2	ASFA.				X		X	X
4.2.3.1.4	Registrador Jurídico.				X		X	X
4.2.3.1.5	Registrador de voz.				X		X	X
4.2.3.2	Tren-Tierra y/o GSM-R.				X		X	X
4.2.3.9	Luces.		X	X	X		X	X
4.2.4.3	Parabrisas.		X		X	X	X	X
4.2.6.1.3	Enganche tipo 10.		X		X	X	X	X
4.2.6.1.3, 4.2.6.2.2	Enganche de socorro.		X	X		X	X	X
4.2.6.1.3	Gancho de tracción y tensor.		X		X	X	X	X
4.3.3	Motores diesel (emisiones).				X	X	X	X
4.3.3	Bocas de recarga de agua y de vaciado de retretes.	X			X	X	X	X

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

Aquellos requisitos que se evalúen tanto a nivel de 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 de Componentes Característicos, 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 permitirá utilizar la solución innovadora, aunque aún no se haya incorporado a la ETH.

### 6.1.3 Componentes característicos no validados.

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 material rodante 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 certificados y los motivos por los que el solicitante no ha certificado 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 peticionario 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 rodante 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 vehículo autopropulsado está fabricado 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 todas y cada una de las unidades autopropulsadas.

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 rodante 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 rodante incluye una solución innovadora, 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 permitirá utilizar la solución innovadora, aunque aún no se haya incorporado a la ETH.

6.2.2.3 Evaluación del mantenimiento.—Se presentará ante el 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 la unidad autopropulsada incorpore elementos cuyos requisitos no estén regulados por esta ETH, pero los cuales sí estén contemplados en otras ETH (locomotoras, coches, 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 funcional y técnico por métodos alternativos debidamente contrastados.

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

ASFA: Siglas de Anuncio de Señales y Frenado Automático. Sistema de repetición de señales en cabina con actuación sobre el freno de emergencia del tren.

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 los dos carriles, e incluye la resistencia entre ruedas de cada eje del tren y las de contacto rueda-carril.

EBICAB: Sistema ATP («Automatic Train Protection», Protección Automática del Tren) con transmisión puntual vía-tren desde balizas instaladas en vía, con supervisión continua de la velocidad.

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.

ERTMS: Siglas de European Rail Traffic Management System. Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo.

ETCS: Siglas de European Train Control System. Sistema de Control Ferroviario Europeo. Este sistema es un subconjunto del sistema ERTMS.

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 auditorias 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.

GSM-R: Siglas de Global System Mobile for Railway communications. Sistema global para comunicaciones móviles ferroviarias.

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.

LZB: Siglas de Linienförmige Zug Beeinflussung. Sistema de supervisión continua de tren.

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

STM: Siglas de «Specific Transmission Module». Módulos específicos que realizan funciones de traducción entre los sistemas de señalización existentes y el sistema ERTMS/ETCS.

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.

Vehículos de caja inclinable: Vehículos equipados de un sistema mecánico o hidroneumático que permite inclinar la caja de los mismos 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 puede realizarse únicamente en taller.

Vehículo policorriente: Vehículo que puede circular con dos o más sistemas de alimentación, bien sea corriente continua o alterna.

## 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) ETI MR AV (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.
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. 2 extintores por cada cabina, al menos uno dentro de la misma. 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.
4.1.1.6	Lunas laterales de viajeros.		ECE/324/R43 Resistencia a impacto y características de visibilidad.
4.1.1.7	Dotación de útiles.	ETI MR AV (Anexo L).	RGC.
4.1.1.8	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) 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), ETI CMS AV (Anexo A).	Si la unidad autopropulsada circula al amparo de ERTMS/ETCS, este sistema gestionará la inhibición del frenado de emergencia activado por la alarma de viajeros en función de las condiciones de vía.
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, Anexo L) 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.		

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
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.
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	Válvula o membrana de expansión de los transformadores.		
4.1.6	Válvula o membrana de expansión de los transformadores.	ETI MR AV (Anexo L).	Válvula o membrana de expansión para evitar las consecuencias de una explosión interna.
4.1.7	Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado.		
4.1.7	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.		
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	Longitud máxima del tren.		
4.2.1.2	Longitud máxima del tren.	ETI MR AV (4.2.3.5).	Declaración sobre la Red.
4.2.1.3	Seguridad de marcha.		
4.2.1.3.1	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 (Declaración sobre la Red).
4.2.1.3.2	Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.	ETI MR AV (4.2.1.2.b, 4.2.3.4).	UIC 518-1.
4.2.1.3.3	Sistema de detección de inestabilidad.	ETIMRAV(4.2.3.4.2.d2, 4.2.3.4.5).	Prueba serie: instalación del sistema, avisos en cabina, actuación del sistema.
4.2.1.3.4	Aptitud para circular por curvas de radio reducido.	ETI MR AV (4.2.3.7).	250 m en vía general, 125 m en depósitos o talleres.
4.2.1.3.5	Circulación por curvas/contracurvas.	ETI MR AV (Anexo L).	UIC 660, 527-1, 528 y 510-2.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.1.3.6	Características geométricas de los ejes montados.	ETI MR AV (Anexo M, Anexo L).	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.
4.2.1.3.7	Franqueo de alabeos de vía.	ETI MR AV (Anexo L).	UNE-EN 14363.
4.2.1.3.8	Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.	ETI MR AV (Anexo L).	UIC 615-1.
4.2.1.3.9	Vientos transversales.	ETI MR AV (4.2.6.3, Anexo L).	La evaluación de este requisito se realizará considerando la composición máxima prevista.
4.2.1.3.10	Cruce en túneles.	ETI INF AV (4.2.6.4, 4.2.16.1).	UNE-EN 14067-3 UNE-EN 14067-5.
4.2.1.4	Solicitaciones.		
4.2.1.4.1	Carga por eje.	ETI MR AV (4.2.3.2).	Prueba tipo según UNE-EN 50215.
4.2.1.4.2	Esfuerzos verticales estáticos.	ETI MR AV (4.2.3.4.3.d).	UIC 510-2.
4.2.1.4.3	Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	ETI MRAV (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).
4.2.1.4.4	Fuerzas longitudinales sobre la vía.	ETI MR AV (4.2.3.4.3.b).	No hay exigencias complementarias.
4.2.1.4.5	Engrasador de pestaña.	ETI MR AV (4.2.3.8).	Prueba serie.
4.2.1.5	Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.		
4.2.1.5	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.
4.2.1.6	Exigencias de los ejes.		
4.2.1.6.1	Ejes montados.	ETI MRAV (4.2.3.4.10, Anexo L).	UNE-EN 13260 UIC 510-2 y 813 Ensayo de tipo.
4.2.1.6.2	Cuerpos de eje.	ETI MR AV (4.2.3.4.9, Anexo L).	UNE-EN 13103, 13104 y 13261.
4.2.1.6.3	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 J de esta ETH.
4.2.1.6.4	Rodamientos.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3.2, 4.2.3.4.10).	UNE-EN 12080 y 12082.
4.2.1.6.5	Grasa.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3.2).	UNE-EN 12081 y 12082.
4.2.1.6.6	Caja de grasa.	ETI MR AV (4.2.3.3.2.3.2, 4.2.3.4.10).	UNE-EN 12082.
4.2.1.6.7	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).
4.2.1.7	Sistema de arenado.		
4.2.1.7	Sistema de arenado.	ETI MR AV (4.2.3.10, Anexo L) ETI CMS AV y Conv. (4.3.1.10, Anexos A y G).	Prueba serie: posición de salida de arena y dosificación correcta.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.2	Compatibilidad con la alimentación de la energía eléctrica.		
4.2.2.1	Instalaciones de tracción 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	Frenos de recuperación.	ETIMRAV(4.2.8.3.1.2, 4.2.4.3).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.1.3	Limitación de potencia.	ETI MR AV (4.2.8.3.2).	Límite de 300 A en CC en parado.
4.2.2.1.4	Factor de potencia.	ETI MR AV (4.2.8.3.3).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.1.5	Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	ETI MR AV (4.2.8.3.6.6).	Requisitos UNE-EN 50388 (cap. 11) solo para 20 ms. Disyuntores: ensayo serie a componente según UNE-EN 60077-4.
4.2.2.1.6	Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	ETI MR AV (4.2.8.3.4.2).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.1.7	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.
4.2.2.1.8	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.
4.2.2.1.9	Salto de tensión, interrupciones y cortocircuitos.		UNE-EN 50215.
4.2.2.1.10	Sobretensiones generadas por el material rodante.	ETI MR AV (4.2.8.3.4.1).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.2	Pantógrafos.		
4.2.2.2.1	Concepción y validación.	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).
4.2.2.2.2	Calidad de la captación pantógrafo/catenaria.	ETI MR AV (4.2.8.3.6.5) ETI ENE AV (4.2.16).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.2.3	Dispositivo de seguridad.	ETI MR AV (4.2.8.3.6.4).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.2.4	Sistema de accionamiento por el maquinista.		Prueba serie del sistema de accionamiento según la norma UNE-EN 50206-1 (6.3.2).
4.2.2.2.5	Espaciado entre pantógrafos elevados.	ETI MR AV (4.2.8.3.6.2) ETI ENE AV (7.4.4.).	No hay exigencias complementarias.
4.2.2.2.6	Fuerza de contacto estática.	ETI MR AV (4.2.8.3.7.3).	UNE-EN 50367 Prueba serie a vehículo completo según la norma UNE-EN 50206-1 (6.3.1).
4.2.2.3	Ventilación de baterías.		UNE-EN 50272.
4.2.3	Sistemas de Control-Mando y Señalización y sus interfaces.		
4.2.3.1	Sistemas de seguridad y control del tren.		
4.2.3.1.1	ERTMS/ETCS.	ETI CMS AV, ETI CMS Conv.	Funciones nacionales ERTMS.
4.2.3.1.2	Otros sistemas distintos de ERTMS/ETCS.	ETI CMS AV (Anexo B) ETI CMS Conv. (Anexo B).	No hay exigencias complementarias.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
4.2.3.1.3	Sistemas de detección, supervisión y diagnóstico.	ETI MR AV (4.2.7.10), ETI CMS AV y Conv. (Anexo G).	Exigencias para material convencional. Prueba serie.
4.2.3.1.4	Registrador jurídico.	ETI MR AV (4.2.7.10) ETI CMS AV y Conv. (Anexo G).	Anexo H (UNISIG SUBSET-027, ET ASFA Digital).
4.2.3.1.5	Registrador de voz.	ETI MR AV (4.2.7.10) ETI CMS AV y Conv. (Anexo G).	Registrador de voz opcional Anexo H (UNISIG SUBSET-027).
4.2.3.2	Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.	ETI CMS AV (4.2.6.2, Anexo B, Anexo B) ETI CMS Conv. (4.2.6.2, Anexo B, Anexo G).	- GSM-R: ET GSM-R ADIF (pruebas adicionales) - Tren -Tierra: UIC 751 (-1, -2 y -3).
4.2.3.3	Compatibilidad con los sistemas de mando y control.	ETI MR AV (4.2.6.6) ETI CMS AV y Conv. (4.2.12, 4.3.2.6, Anexo A).	Perturbaciones.
4.2.3.3	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.
4.2.3.4	Compatibilidad con los circuitos de vía.	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.
4.2.3.4.1	Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	ETI MR AV (4.2.6.6.1 y Anexo L).	- Requisitos: «Especificación técnica sobre circuitos de vía de ADIF» y anexo K de esta ETH. - Ensayos tipo y serie para protección de circuitos de vía: anexo K de esta ETH.
4.2.3.4.2	Corrientes armónicas.	ETI MR AV (4.2.6.6.1 y Anexo L).	- Requisitos: «Especificación técnica sobre circuitos de vía de ADIF» y anexo K de esta ETH. - Ensayos tipo y serie para protección de circuitos de vía: anexo K de esta ETH.
4.2.3.5	Compatibilidad con las instalaciones de telecomunicación ferroviaria.	ETI MR AV (4.2.6.6.1 y Anexo L).	Estudio de perturbaciones y ensayo tipo según UNE-EN 50121-3-1.
4.2.3.5.1	Corrientes psofométricas.	ETI MR AV (4.2.5.1) ETI CMS AV y Conv. (Anexo B, parte 2).	Ensayo serie.
4.2.3.5.2	Sistemas de megafonía.	ETI MR AV (4.2.5.1) ETI CMS AV y Conv. (Anexo B, parte 2).	Ensayo serie.
4.2.3.6	Compatibilidad con los detectores de cajas y frenos calientes.	ETI MR AV (4.2.3.3.2, Anexo L).	Temperaturas según RGC.
4.2.3.6.1	Temperatura.	ETI MR AV (4.2.3.3.2).	Temperaturas según RGC.
4.2.3.6.2	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).
4.2.3.6.3	Equipo embarcado.	ETI MR AV (4.2.3.3.2, Anexo L).	Ensayos serie.
4.2.3.7	Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	ETI CMS AV y Conv. (4.2.11, Anexos A y G).	UNE-EN 50238.
4.2.3.7	Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	ETI CMS AV y Conv. (4.2.11, Anexos A y G).	UNE-EN 50238.
4.2.3.8	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.
4.2.3.8	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.
4.2.3.9	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.
4.2.3.9	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.
4.2.3.10	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.
4.2.3.10	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.		

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias
Apartado	Título		
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). 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.
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 – 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	Prestaciones de tracción.	ETI MR AV (4.2.8.1).	Ensayo serie.
4.2.6.1.2	Requerimientos de adherencia en tracción.	ETI MR AV (4.2.8.2).	Exigencia para material convencional: límites de adherencia en tracción de la ETI MR AV.

Apartado ETH		Apartado ETI	Exigencias complementarias	
Apartado	Título			
4.2.6.1.3	Enganches extremos.	ETI MR AV (4.2.2.2, Anexo K).	Para Material Convencional solo se recomienda enganche tipo 10 pero se permiten otros enganches. Caso específico declarado (distancia entre topes en ancho 1668 mm).	
4.2.6.1.4	Dispositivos de choque y tracción internos al tren.		Requisitos en cuanto a resistencia (mayor que los extremos).	
4.2.6.2	Socorro del tren.	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.	
4.2.6.2.1	Procedimiento de operación.			Límites de velocidad en tracción y en empuje UIC 541-1 y 540.
4.2.6.2.2	Acoplamientos y freno.			
4.2.6.2.3	Levante.	ETI MR AV (4.2.7.5, Anexo L).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incluir aparatos especiales en el vehículo.</li> <li>– Puntos de anclaje según UIC 640 y UIC 660 (A.V.).</li> </ul>	
4.2.7	Condiciones ambientales.	ETI MR AV (4.2.6.1).	Requisitos relativos a las condiciones ambientales propias de España Equipos electrónicos: UNE-EN 50155 (condiciones T3) Requisitos para equipos montados sobre techo Caso específico declarado (Condiciones ambientales: temperatura).	
4.2.7	Condiciones ambientales.			
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.	
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).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aguas grises: lugar de descarga en vía</li> <li>– Gases de escape de motores térmicos: DE 2004/26/CE y sucesivas (tracción), DE 2002/88/CE, DE 2004/26/CE y sucesivas (auxiliares).</li> </ul>	
4.3.4	Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones.	ETI MR AV (Anexo L).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– Prohibido gas combustible en cocina, calefacción, etc.</li> </ul>	
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.		– Estudio de Seguridad conforme a UNE-EN 50126 - Estudio FDMS recomendado.	
4.5	Estudio FDMS.			

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)
Anejo 1: Descripción técnica de los paquetes y variables específicos de las Funciones Nacionales de ERTMS/ETCS.	4.2.3.1.1	Septiembre 2004 (versión 12).
Decisión 2008/386/CE.	4.2.3.1.1, 4.2.3.2	Abril 2008.
Decisión 768/2008/CE.	1.3	Julio 2008.
Declaración sobre la Red.	4.1.2.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3.1, 4.2.1.4.1, 4.2.2.1.1, 4.2.3.3	Abril 2008.
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 L	Octubre 2004.
EN 50355.	4.1.1.5	Septiembre 2003.
EN 61373.	Anexo H	Abril 1999.
Especificación sobre circuitos de vía de ADIF.	4.2.3.4.2, Anexo K	Versión 1.
Especificaciones Técnicas y Funcionales del Sistema Embarcado ASFA Digital.	4.2.3.1.2, Anexo H	Marzo 2008 (versión 2).
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 L	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, 7.1.2, Anexo A, Anexo F	Enero 2006.
Parte I: Funcionalidad Nacional del sistema ERTMS Equipo Embarcado.	4.2.3.1.1	Marzo 2005 (versión 20).
Radiotelefonía Digital GSM-R. Norma de la radiocabina.	4.2.3.2	Febrero 2008 (versión 2.3).
Real Decreto 1495/1991.	4.1.7, 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.

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
Reglamento General de Circulación.	4.1.1.7, 4.2.3.6.1, 4.2.5.1.3, 4.2.5.1.4	Julio 2002.
UIC 345.	4.3.4, 4.3.6	Septiembre 2006 (1.ª ed.).
UIC 430-1.	4.2.1.3.6	Abril 2006 (3.ª ed.).
UIC 438-3.	4.2.3.10	Enero 1971 (1.ª ed.).
UIC 510-1.	4.2.1.3.6	Enero 1978 (9.ª ed.).
UIC 510-2.	4.2.1.3.5, 4.2.1.3.6, 4.2.1.4.2, 4.2.1.6.1, 4.2.1.6.3	Mayo 2004 (4.ª ed.).
UIC 510-4.	Anexo G	Abril 2002 (2.ª ed.).
UIC 510-5.	4.2.1.6.3	Mayo 2007 (2.ª ed.).
UIC 515-4.	Anexo J	Enero 1993 (1.ª ed.).
UIC 518-1.	4.2.1.3.2, 4.2.1.4.3	Mayo 2004 (1.ª ed.).
UIC 520.	4.2.6.1.4	Diciembre 2003 (7.ª ed.).
UIC 527-1.	4.2.1.3.5	Abril 2005 (3.ª ed.).
UIC 528.	4.2.1.3.5	Septiembre 2007 (8.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	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 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	Abril 2007 (1.ª ed.).
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.	4.2.3.10, 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, 4.2.5.1.2	Julio 1989 (4.ª ed.).
UIC 552.	4.2.3.10	Junio 2005 (10.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.	4.1.1.8	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 580.	4.2.3.10	Enero 1990 (6.ª ed.).
UIC 611.	4.2.2.1.8	Febrero 2001 (6.ª ed.).
UIC 615-1.	4.2.1.3.8	Febrero 2003 (2.ª ed.).
UIC 615-4.	Anexo J	Febrero 2003 (2.ª ed.).
UIC 640.	4.1.3.2, 4.2.3.10, 4.2.6.2.3	Octubre 2003 (3.ª ed.).
UIC 641.	4.2.3.8	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 651.	4.1.1.8, 4.1.3.1, 4.2.3.8, 4.2.4.2, 4.2.4.3	Julio 2002 (4.ª ed.).
UIC 660.	4.1.3.2, 4.2.1.3.5, 4.2.3.10, 4.2.6.2.3	Agosto 2002 (2.ª ed.).

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
UIC 751-1.	4.2.3.2	Julio 2002 (4.ª ed.).
UIC 751-2.	4.2.3.2	Agosto 2002 (4.ª ed.).
UIC 751-3.	4.2.3.2	Julio 2005 (4.ª ed.).
UIC 794-1.	4.2.2.2.5	Enero 1996 (2.ª ed.).
UIC 813.	4.2.1.3.6, 4.2.1.6.1	Diciembre 2003 (2.ª ed.).
UNE 20324/CEI 60529.	Anexo I	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.	4.1.7, 4.2.5.1.1	Septiembre 1995.
UNE-EN 286-4.	4.1.7, 4.2.5.1.1	Septiembre 1995.
UNE-EN 1363-1.	4.1.1.5	Octubre 2000.
UNE-EN 12080.	4.2.1.6.4, Anexo G	Septiembre 2008.
UNE-EN 12081.	4.2.1.6.5	Septiembre 2008.
UNE-EN 12082.	4.2.1.6.4, 4.2.1.6.5, 4.2.1.6.6, 4.2.3.6.3	Septiembre 2008.
UNE-EN 12663.	4.1.1.1, 4.1.1.3	Junio 2001.
UNE-EN 13103.	4.2.1.6.2	Febrero 2002.
UNE-EN 13104.	4.2.1.6.2	Enero 2002.
UNE-EN 13260.	4.2.1.3.6, 4.2.1.6.1	Junio 2004.
UNE-EN 13261.	4.2.1.6.2	Abril 2005.
UNE-EN 13262.	4.2.1.6.3, Anexo G	Marzo 2005.
UNE-EN 13272.	4.1.2.4.2, 4.2.4.2	Junio 2002.
UNE-EN 13715.	4.2.1.6.3	Junio 2007.
UNE-EN 13749.	4.2.1.5, Anexo G, Anexo J	Abril 2006.
UNE-EN 13979-1.	4.2.1.6.3, Anexo J	Abril 2006.
UNE-EN 14067-3.	4.2.1.3.10	Abril 2004.
UNE-EN 14067-5.	4.2.1.3.10	Octubre 2007.
UNE-EN 14363.	4.2.1.3.1, 4.2.1.3.2, 4.2.1.3.3, 4.2.1.3.7, 4.2.1.4.3	Marzo 2007.
UNE-EN 14752.	4.1.2.1	Mayo 2007.
UNE-EN 15085-5.	4.1.1.1, 4.2.1.5	Julio 2008.
UNE-EN 15152.	4.2.4.3	Mayo 2008.
UNE-EN 15153-1.	4.2.3.9	Junio 2008.
UNE-EN 15227.	4.1.1.2	Septiembre 2008.
UNE-EN 50121-3-1.	4.2.3.3, 4.2.3.5.1, 4.3.2	Septiembre 2008.
UNE-EN 50121-3-2.	4.2.3.3, Anexo H	Septiembre 2008.
UNE-EN 50125-1.	4.2.7	Febrero 2001.
UNE-EN 50126.	4.5, Anexo A, Anexo H	Marzo 2007.
UNE-EN 50128.	7.3.2, Anexo H	Octubre 2002.
UNE-EN 50129.	Anexo A	Marzo 2005.
UNE-EN 50153.	4.1.4, Anexo H, Anexo I	Enero 2003.
UNE-EN 50155.	4.2.7, Anexo H	Diciembre 2007.
UNE-EN 50163.	4.2.2.1.1	Febrero 2008.
UNE-EN 50206-1.	4.2.2.2.1, 4.2.2.2.3, 4.2.2.2.4, 4.2.2.2.6	Diciembre 1998.
UNE-EN 50215.	4.2.1.4.1, 4.2.2.1.1, 4.2.2.1.9	Abril 2001.
UNE-EN 50238.	4.2.3.3, 4.2.3.7, Anexo K	Abril 2004.
UNE-EN 50272-2.	4.2.2.3	Marzo 2002.
UNE-EN 50317.	4.2.2.2.2, 4.2.2.2.5, 4.2.2.2.6	Junio 2007.
UNE-EN 50318.	4.2.2.2.2, 4.2.2.2.5	Marzo 2003.
UNE-EN 50367.	4.2.2.2.1, 4.2.2.2.2, 4.2.2.2.5, 4.2.2.2.6	Noviembre 2006.

Norma	Apartado ETH	Fecha versión vigente (1)
UNE-EN 50388.	4.2.2.1.2, 4.2.2.1.3, 4.2.2.1.4, 4.2.2.1.5, 4.2.2.1.10	Febrero 2006.
UNE-EN 60077-4.	4.2.2.1.5	Marzo 2004.
UNE-EN 61310-1.	Anexo I	Julio 2000.
UNE-EN ISO 4589-1.	4.1.1.5	Junio 2000.
UNE-EN ISO 4589-2.	4.1.1.5	Abril 2001.
UNISIG SUBSET-027.	Anexo H	Octubre 2005 (v.2.2.9).

(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 deberán 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

Requisito 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.
4.2.1.6.3 Ruedas.	UNE-EN 13715 UNE-EN 13262 UNE-EN 13979-1 UIC 510-2 UIC 510-5 Anexo J	X	X	X	X	X
4.2.2.1.5 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	UNE-EN 60077-4 UNE-EN 50388	X	n.a.	n.a.	n.a.	X

Requisito 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
4.2.2.2.1 Pantógrafos: Concepción y validación.	ETI MR AV UNE-EN 50206-1 UNE-EN 50367	X	n.a.	X	n.a.	X
4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.	ETI CMS AV ETI CMS Conv. 2008/386/CE	X	X	X	X	X
4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS.	ET ASFA Digital	X	X	X	X	X
4.2.3.1.4 Registrador jurídico.	Anexo H	X	n.a.	X	n.a.	X
4.2.3.1.5 Registrador de voz.	Anexo H	X	n.a.	X	n.a.	X
4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.	UIC 751-1 UIC 751-2 UIC 751-3 ETI CMS AV ETI CMS Conv. 2008/386/CE N o r m a Radiotelefonía Digital GSM-R	X	X	X	X	X
4.2.3.9 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	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.	X
4.2.6.1.3 Enganches extremos. – Enganche tipo 10 – Enganche de socorro	ETI MR AV UIC 540 UIC 541-1	X X X	n.a. n.a. n.a.	X X X	X X X	X X X
4.2.6.2.2 Acoplamientos y freno.		X	n.a.	X	n.a.	n.a.
4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.	ETI MR AV 2004/26/CE 2002/88/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 deberán 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.	ETI MR AV 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 L	X	X	n.a.
4.1.1.7 Dotación de útiles.	RGC	X	n.a.	X
4.1.1.8 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	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	X	X	X
4.1.2.4.1 Salidas de emergencia.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
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 UIC 651	X	n.a.	n.a.
4.1.3.2 Inscripciones y rótulos.	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 I	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

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.1.5.2 Componente característico: Avisadores acústicos.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.1.6 Válvula o membrana de expansión de los transformadores.		X	n.a.	n.a.
4.1.7 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 Longitud máxima del tren.	ETI MR AV Declaración sobre la Red	X	n.a.	n.a.
4.2.1.3.1 Comportamiento dinámico del material.	UNE-EN 14363 Declaración sobre la Red ETI MR AV	n.a.	X	n.a.
4.2.1.3.2 Comportamiento de los vehículos de caja inclinable.	UNE-EN 14363 UIC 518-1	n.a.	X	n.a.
4.2.1.3.3 Sistema de detección de inestabilidad.	ETI MR AV UNE-EN 14363	X	X	X
4.2.1.3.4 Aptitud para circular por curvas de radio reducido.		n.a.	X	n.a.
4.2.1.3.5 Seguridad de marcha. Circulación por curvas/contracurvas.	UIC 510-2 UIC 527-1 UIC 528 UIC 660	X	X	n.a.
4.2.1.3.6 Características geométricas de los ejes montados.	UNE-EN 13260 UIC 430-1 UIC 510-1 UIC 510-2 UIC 813	X	X	X
4.2.1.3.7 Franqueo de alabeos de vía.	UNE-EN 14363	X	X	n.a.
4.2.1.3.8 Protección quitapiedras de los ejes de cabeza.	UIC 615-1	X	n.a.	n.a.
4.2.1.3.9 Seguridad de marcha. Vientos transversales.	ETI MR AV	X	X	n.a.
4.2.1.3.10 Seguridad de marcha. Cruce en túneles.	UNE-EN 14067-3 UNE-EN 14067-5 ETI INF AV	X	n.a.	n.a.
4.2.1.4.1 Carga por eje.	ETI MR AV Declaración sobre la Red UNE-EN 50215	n.a.	X	X
4.2.1.4.2 Esfuerzos verticales estáticos.	UIC 510-2	X	n.a.	n.a.
4.2.1.4.3 Fuerzas transversales y verticales dinámicas.	UNE-EN 14363 UIC 518-1	n.a.	X	n.a.
4.2.1.4.4 Fuerzas longitudinales sobre la vía.		X	n.a.	n.a.
4.2.1.4.5 Engrasador de pestaña.		n.a.	X	X
4.2.1.5 Exigencias de los bogies. Concepción, fabricación y validación.	UNE-EN 13749 UNE-EN 15085-5	X	X	X
4.2.1.6.1 Ejes montados.	UNE-EN 13260 UIC 510-2 UIC 813	X	X	n.a.
4.2.1.6.2 Cuerpos de eje.	UNE-EN 13103 UNE-EN 13104 UNE-EN 13261	X	n.a.	n.a.
4.2.1.6.3 Componente Característico: Ruedas.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.1.6.4 Rodamientos.	UNE-EN 12080 UNE-EN 12082	X	X	n.a.
4.2.1.6.5 Grasa.	UNE-EN 12081 UNE-EN 12082	X	X	n.a.
4.2.1.6.6 Caja de grasa.	UNE-EN 12082	X	X	n.a.
4.2.1.6.7 Concepción, fabricación y validación de conjuntos de rodadura de ancho variable.	Anexo G	X	X	n.a.
4.2.1.7 Sistema de arenado.	ETI MR AV	X	X	X
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 Frenos de recuperación.	UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.1.3 Limitación de potencia.	UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.1.4 Factor de potencia.	UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.1.5 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.	UNE-EN 60077-4 UNE-EN 50388	X	X	n.a.
Componente Característico: Disyuntores		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.2.1.5 Interruptor principal y coordinación de la protección eléctrica con la infraestructura.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.2.1.6 Inmunidad a componente de continua en el suministro de corriente alterna.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
4.2.2.1.7 Paso de secciones de separación de fase.	ETI MR AV ETI ENE AV	X	X	n.a.
4.2.2.1.8 Paso de secciones de separación de sistema de alimentación.	ETI INF AV ETI MR AV UIC 611	X	X	n.a.
4.2.2.1.9 Saltos de tensión, interrupciones y cortocircuitos.	UNE-EN 50215	n.a.	X	n.a.
4.2.2.1.10 Sobretensiones generadas por el material rodante.	UNE-EN 50388	X	X	n.a.
4.2.2.2.1 Componente Característico: Pantógrafos: Concepción y validación.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.2.2.2 Pantógrafos: Calidad de la captación pantógrafo/catenaria.	ETI MR AV UNE-EN 50317 UNE-EN 50318 UNE-EN 50367	X	X	X
4.2.2.2.3 Pantógrafos: Dispositivo de seguridad.	UNE-EN 50206-1	X	X	n.a.
4.2.2.2.4 Pantógrafos: Sistema de accionamiento por el maquinista.	UNE-EN 50206-1	X	X	X
4.2.2.2.5 Pantógrafos: Espaciado entre pantógrafos elevados.	ETI MR AV ETI ENE AV UIC 794-1 UNE-EN 50317 UNE-EN 50318 UNE-EN 50367	X	X	n.a.
4.2.2.2.6 Pantógrafos: Fuerza de contacto estática.	ETI MR AV UNE-EN 50206-1 UNE-EN 50317 UNE-EN 50367	n.a.	X	X
4.2.2.3 Ventilación de baterías.	UNE-EN 50272-2	X	n.a.	n.a.
4.2.3.1.1 ERTMS/ETCS.	ETI CMS AV ETI CMS Conv. 2008/386/CE	X	X	X
4.2.3.1.1 Componente Característico: ERTMS/ETCS.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.3.1.2 Otros sistemas distintos de ERTMS.	ET ASFA Digital	X	X	X
4.2.3.1.2 Componente Característico: Otros sistemas distintos de ERTMS.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.1.3 Sistemas de detección, supervisión y diagnóstico.	ETI MR AV	X	X	X
4.2.3.1.4 Registrador jurídico.	Anexo H	X	X	X
4.2.3.1.4 Componente Característico: Registrador jurídico.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.1.5 Registrador de voz.	Anexo H	X	X	X
4.2.3.1.5 Componente Característico: Registrador de voz.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.	UIC 751-1 UIC 751-2 UIC 751-3 ETI CMS AV ETI CMS Conv. 2008/386/CE Norma Radiotelefonía Digital GSM-R	X	X	X
Componente Característico: Tren-Tierra y/o GSM-R.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.2 Comunicación por Radiotelefonía: Tren-Tierra y GSM-R.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.3 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.
4.2.3.4.1 Ocupación de los circuitos de vía por el material rodante.	ETI MR AV	X	X	X
4.2.3.4.2 Corrientes armónicas.	ET CV ADIF Anexo K	X	X	X
4.2.3.5.1 Corrientes psfométricas.	UNE-EN 50121-3-1	X	X	n.a.
4.2.3.5.2 Sistema de megafonía.	ETI MR AV	X	X	X
4.2.3.6.1 Temperatura.	RGC	X	n.a.	n.a.
4.2.3.6.2 Cajas de grasa.		X	n.a.	n.a.
4.2.3.6.3 Equipo embarcado.	UNE-EN 12082 ETI MR AV	X	X	X
4.2.3.7 Accionamiento de pedales y contadores de ejes.	UNE-EN 50238	X	X	n.a.
4.2.3.8 Sistema de vigilancia H. M.	UIC 641 UIC 651	X	X	X
4.2.3.9 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.	ETI MR AV UNE-EN 15153-1	X	X	X
Componente Característico: Luces		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.3.9 Señalización de los extremos del tren e iluminación exterior.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.3.10 Marcas de identificación del material rodante.	UIC 438-3 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	X	n.a.
Componente Característico: Parabrisas		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
4.2.4.3 Visibilidad y protección del personal de la cabina.				
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
4.2.5.1.2 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
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 Prestaciones de tracción.	ETI MR AV	X	X	X
4.2.6.1.2 Requerimientos de adherencia en tracción.	ETI MR AV	X	n.a.	n.a.
4.2.6.1.3 Enganches extremos.		X	X	n.a.
– Enganche tipo 10	ETI MR AV	X	X	n.a.
– Enganche de socorro.		X	X	n.a.
4.2.6.1.3 Componente Característico: Enganches extremos.		Informe de validación (según Cuadro D.1)		
– Enganche tipo 10				
– Enganche de socorro.				
4.2.6.1.4 Dispositivos de choque y tracción internos al tren.	UIC 520	X	X	n.a.

Requisitos que deben evaluarse	Referencia	Fases de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Análisis del diseño	Ensayo de tipo	Ensayo de serie
4.2.6.2.1 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 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 640 UIC 660	X	n.a.	n.a.
4.2.7 Condiciones ambientales.	UNE-EN 50125-1 UNE-EN 50155	X	X	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.
Componente Característico: Motores diesel	Informe de validación (según Cuadro D.1)			
4.3.3 Emisiones de gases y vertidos.				
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.
4.3.3 Componente Característico: Emisiones de gases y vertidos (bocas de recarga de agua vaciado de retretes).	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.
4.4.1 Documentación de mantenimiento.	Se verificará la existencia de la documentación de mantenimiento lista 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 autopulsado estarán 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 del material rodante autopropulsado 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 Unidades Autopropulsadas, el término «subsistema» equivale a «unidad autopropulsada».

## 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 de 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 deberá 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 encerrojamiento y desencerrojamiento 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 del 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.

G.3.4.3.1 La sustitución de las guarniciones o de las zapatas deberá poder 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, es decir, 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, antes de la fabricación, debe presentar 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.5.2 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 %	

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 8 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		x	
30.000	x		x	
40.000	x		x	
50.000	x	x	x	
60.000	x	x		En vías de 1.668 y 1.435 mm. Al menos 50 cambios de ancho con la masa máxima. Hasta la velocidad máxima autorizada.
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:

- Conjunto de rodadura 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

### Requisitos del registrador jurídico

H.1 *Objeto.*—El objeto de este anexo es establecer los requisitos generales, técnicos y funcionales que deberá reunir y cumplir una Unidad de Grabación embarcada.

Una Unidad de Grabación es un sistema embarcado destinado a registrar información relevante sobre la circulación del tren, compuesto por un Hardware, un Software e interfaces de E/S de datos, y que deberá soportar unas severas solicitudes físicas y ambientales.

Por lo tanto, y de acuerdo a esta definición, los temas genéricos que deberán estudiarse para establecer los requisitos para la Unidad de Grabación son:

- Especificaciones funcionales del sistema.
- Especificaciones técnicas del sistema.
- Parámetros a registrar.
- Descarga de los registros.
- Proceso de validación.

Consecuentemente, este documento abarca y define los puntos anteriores, estableciendo en todos los casos los mínimos requerimientos que deberá reunir un sistema de grabación de datos jurídicos para ser apto y adecuado al uso.

H.2 Especificaciones funcionales y técnicas del sistema.—En el presente apartado se incluyen las especificaciones funcionales y técnicas que deberán cumplir los equipos de registro de datos embarcados en el vehículo.

Los requisitos mínimos que se consideran son los siguientes:

#### H.2.1 Especificaciones funcionales.

H.2.1.1 Funciones genéricas de la Unidad de Grabación.—La información deberá tratar los siguientes elementos:

- Magnitudes cinemáticas de la circulación.
- Sucesos operacionales (funciones de ERTMS, EBICAB, ASFA, LZB, etc.).
- Acciones del maquinista y el comportamiento consecuente de la unidad de tracción.
- El funcionamiento de la infraestructura de vía (información intercambiada entre vía y vehículo).
- Operaciones de los equipos embarcados seleccionados y sus cambios de estado asociados, que afecten la operación segura del vehículo.
- Información diagnóstica como posible elección nacional (por ejemplo, estado de los equipos, códigos por defecto, etc.).

H.2.1.2 Requisitos de la Unidad de Grabación.—Para el material rodante nuevo que tenga más de una cabina con unidad de grabación, toda la información se recogerá en la unidad de grabación de la cabina que esté habilitada en ese momento. Este requisito es recomendable para el material reacondicionado.

La unidad de grabación se compondrá de un sistema embarcado que incluirá una memoria ignífuga que será recuperable cumpliendo los requisitos post-accidente especificados en el apartado H.2.2.6.

Si el material rodante incorpora un registrador de voz instalado a bordo, éste cumplirá los siguientes requisitos:

- Calidad: El dispositivo deberá registrar con una calidad tal que permita evaluar las conversaciones mantenidas en la cabina, así como las señales de advertencia en la cabina, en las peores condiciones de ruido proveniente del exterior (tren a velocidad máxima).
- Capacidad: La capacidad de almacenamiento del dispositivo, en condiciones normales de servicio del tren, no será inferior a 30 minutos de funcionamiento en memoria CPM.

– Activación/desactivación: El dispositivo permanecerá activado si la velocidad es superior a 0 km/h y la cabina de conducción está activa.

En cuanto a los requisitos técnicos, el registrador de voz deberá cumplir lo establecido para el registrador jurídico o unidad de grabación en el apartado H.2.2 de este anexo. Existirá además una sincronización entre la grabación de voz y los datos del registrador jurídico que permita el análisis conjunto.

H.2.1.3 Compatibilidad.–La extracción de los datos deberá ser lo más estándar posible para asegurar, con el paso del tiempo, el acceso a los mismos independientemente del software empleado.

H.2.1.4 Color.–La Unidad de Grabación deberá ser de color RAL2003 y debe estar claramente identificada.

H.2.1.5 Activación y auto-diagnos. –La Unidad de Grabación deberá activarse automáticamente cuando el maquinista active la consola de conducción de la unidad tractora. A continuación, el equipo deberá iniciar su proceso de auto-diagnos para establecer si está en condiciones de operar correctamente.

La duración de la auto-diagnos no excederá los 20 segundos ni requerirá la interacción del maquinista. El resultado se indicará al maquinista, y se registrará en la Unidad de Grabación.

H.2.1.6 Interfaz con el maquinista.–El maquinista dispondrá de una indicación visual en la cabina de conducción que indique si la Unidad de Grabación no puede desempeñar las funciones requeridas o si el resultado de la auto-diagnos resulta negativo.

H.2.1.7 Exigencias de operatividad.–La Unidad de Grabación será operativa, como mínimo, desde 0 km/h hasta la velocidad máxima del vehículo aumentada en un 10%.

La velocidad, y cualquier otra información, deberán ser registradas con una precisión que permita reconstruir fielmente los hechos relevantes acontecidos durante la conducción.

Cualquier señal deberá ser registrada con una frecuencia mínima de 15 s, cuando la señal cambie de valor (señal digital) o cuando el cambio esté por encima de un cierto valor (señal analógica).

La resolución de registro de la señal de velocidad será como mínimo de 5 km/h. La resolución de presentación será ésta misma.

H.2.1.8 Entradas y salidas de señales.–El equipo dispondrá de las suficientes entradas y salidas como para procesar, al menos, todos los parámetros a registrar indicados en el apartado H.3, independientemente del vehículo de que se trate.

La precisión en la medida de señales analógicas, incluido cálculos de ajuste de escala, será de al menos un 2%.

El sistema estará equipado con las entradas suficientes para recibir la señal de los tacogeneradores.

El sistema estará equipado, como mínimo, con 8 salidas que preferentemente serán contactos de relé.

H.2.1.9 Capacidad de almacenamiento.–Para los datos de ERTMS/ETCS, se estará a lo establecido en la norma UNISIG SUBSET-027.

Para el resto de datos, la capacidad de almacenamiento no será inferior a 30 días ó 20.000 km de recorrido.

La unidad de grabación podrá incorporar un indicador de llenado de la memoria (localizado bien en la cabina de conducción o bien en el propio equipo registrador) que muestre que la memoria del registrador contiene más de un 80% de datos que aún no han sido extraídos (menos de un 20% de su capacidad disponible antes de que los datos sean sobrescritos).

H.2.1.10 Período de retención de los datos.–Representa el mínimo período de tiempo durante el cual la integridad de los datos almacenados en el soporte de memoria debe ser garantizada cuando éste ha sido extraído del vehículo (fuera de línea) o cuando el sistema de a bordo esté desconectado.

En el caso de estar desconectada de la alimentación, la memoria del registro mantendrá la información registrada durante al menos dos años en condiciones nominales de almacenamiento.

#### H.2.2 Especificaciones técnicas.

H.2.2.1 Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos.–En lo que se refiere a los requisitos sobre las condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos, será de aplicación la Norma «UNE-EN 50155. Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre material rodante».

Todos los ensayos se realizarán conforme a las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 50155.

- Condiciones ambientales:
  - Temperatura: Se aplicará la categoría T3 establecida en la norma UNE-EN 50155.
  - Grado de Humedad: Las partes mecánicas, cajas, tapas, etc., llevarán un tratamiento anticorrosión adecuado para operación en ambientes salinos cercanos a la costa. En las superficies enfriadas puede haber un 100 % de humedad relativa que dé lugar a condensación sobre algunas partes de los equipos; esto no deberá dar lugar a un mal funcionamiento de los mismos. El equipo deberá soportar una humedad relativa del 95% durante al menos 30 días seguidos.
  - Altitud: La elección de componentes tendrá en cuenta que deberán poder operar a altitudes en nivel del mar y 1.500 metros sobre éste.
- Vibraciones, choques y sacudidas: En lo que se refiere al ensayo de vibraciones, choques y sacudidas, el equipo deberá soportar los límites indicados en la norma EN 61373. Estos límites son:
  - Vibraciones: El equipo deberá soportar los ensayos válidos para un equipo de categoría 1B (tablas 1 y 2 de los apartados 8 y 9 de la citada norma).
  - Choques y sacudidas: Deberá garantizarse que los equipos, de categoría 1B, soportan los siguientes niveles de aceleración:

	Vertical	Transversal	Longitudinal
Nivel de aceleración (g)	30 m/s <sup>2</sup> durante 30 ms	30 m/s <sup>2</sup> durante 30 ms	50 m/s <sup>2</sup> durante 30 ms

Nota: Ver figura 6, página 23 de la EN 61373

Adicionalmente, deberá funcionar correctamente ante solicitudes introducidas por el funcionamiento normal del vehículo. En particular deberá soportar aceleraciones longitudinales de hasta 7 m/s<sup>2</sup>, con duraciones superiores a 50 ms, introducidas por la tracción o el frenado del vehículo.

– Componentes: Los componentes electrónicos a usar tendrán al menos rango industrial.

La elección de componentes tendrá en cuenta segundas fuentes de suministro y continuidad de éste, para garantizar el mantenimiento de los equipos por 20 años.

La elección de componentes tendrá en cuenta que se usarán en vehículos que prestarán servicio en túneles.

#### H.2.2.2 Condiciones eléctricas.

– Unidad de alimentación: La Unidad de Alimentación se surtirá de la línea de batería, y proporcionará la alimentación necesaria para el funcionamiento de todo el equipo.

Se adaptará, como mínimo, a una de las siguientes tensiones normalizadas: 24 V, 48 V, 72 V, 110 V; para cada una de ellas, estará preparada para trabajar dentro del rango de tensiones situado entre -30% / +25%. Si se pudiera adaptar automáticamente a más de una de estas tensiones, el rango de trabajo sería  $U_{\min} - 30\% - U_{\max} + 25\%$ .

La Unidad de Alimentación se adaptará a las especificaciones indicadas en el apartado 3 de la norma UNE-EN 50155.

– Requisitos de compatibilidad electromagnética: Se cumplirá con lo establecido en la norma UNE-EN 50121-3-2.

Se cumplirá con los requisitos EMC y con las condiciones eléctricas de servicio especificadas en el apartado 3 de la norma UNE-EN 50155 y de acuerdo a los ensayos referidos en el apartado 10 de dicha norma.

– Seguridad eléctrica: Respecto a la seguridad de las personas relativa a riesgos eléctricos, será de aplicación la Norma UNE-EN 50153.

Así, como protección contra el contacto indirecto, el equipo contará con una toma de tierra que garantice la seguridad de las personas en caso de derivación eléctrica, y las partes mecánicas, cajas, tapas, etc., deberán disponer del correspondiente contacto directo con tierra.

Para la protección contra el contacto directo, se contemplarán los requisitos citados en la anterior norma (acceso a zonas activas y grados de protección).

– Instalación: La instalación del equipo electrónico deberá disponerse de forma que se reduzcan, lo máximo posible, los efectos de las interferencias externas.

H.2.2.3 Fiabilidad del equipo.–El parámetro utilizado para el estudio de fiabilidad será el MTBF (tiempo medio entre fallos).

Los tipos de fallos se describirán y clasificarán, excluyendo los de propagación radioeléctrica, proporcionando una descripción de cada fallo, características, causas, probabilidad de aparición y posibles consecuencias en el Sistema.

Se especificarán los valores esperados para los índices de fiabilidad de cada uno de los subsistemas principales.

Los requisitos específicos referentes a las prácticas necesarias para asegurar los niveles de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 50126.

Deberá entregarse la documentación necesaria para garantizar la seguridad global del sistema. Para ello, deberá elaborarse un estudio FDMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad) de acuerdo con la norma anteriormente citada.

El MTBF (tiempo medio entre fallos) del equipo completo no será inferior a 5 años.

H.2.2.4 Vida útil.–La vida útil del equipo se fija en 30 años. Se entiende por vida útil el periodo de tiempo durante el cual el equipo debe mantenerse dentro de unos niveles de fiabilidad aceptables o aquel dentro del cual no se produce un fallo irreparable.

Cuando el fabricante utilice componentes con una vida conocida menor que la vida útil del equipo electrónico, deberá garantizar su reposición para conseguir la vida útil exigida. No obstante, si por obsolescencia tecnológica no fuese posible su reposición, se sustituirán por otros componentes similares de manera que se mantenga el conjunto total de funcionalidades del equipo conforme a la norma UNE-EN 50155.

H.2.2.5 Mantenimiento del equipo.

– Se tendrán en cuenta los siguientes factores para asegurar el mantenimiento del equipo:

- Mantenibilidad.–El equipo tiene que ser mantenible, para ello se contemplarán las siguientes premisas que influyen en la mantenibilidad:

- o No deberá ser necesario un mantenimiento regular.
- o Se podrá comprobar la operatividad de las tarjetas módulos que componen el sistema individualmente.

- o La instalación del equipo no debe impedir el correcto acceso a otros sistemas instalados en el vehículo.

- o Todas las tarjetas estarán polarizadas mecánicamente para evitar errores de conexión de las mismas.

- o Las tarjetas estarán protegidas contra las posibles descargas electrostáticas provocadas por su manipulación manual. La protección se realizará por medios que aislarán del contacto, tanto con componentes, como con soldaduras.

o Será de aplicación la norma UNE-EN 50126, que constituirá una base de diseño en esta materia.

• Sistemas de autodiagnóstico integrados.—El equipo dispondrá de sistemas de autotest (checksum, watchdog, hardware, etc.), que verificarán la operatividad del sistema. Sería conveniente que se generase un registro de incidencias que incluyera los siguientes datos:

- o Contador de incidencias almacenadas.
- o Fecha y hora en que ocurre la incidencia.
- o Código de error.

Estos datos se podrán visualizar en la consola del equipo. Si ésta no está operativa se podrá acceder a estos datos a través de una línea de control.

– Condiciones de inflamabilidad.—Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- Minimizar el riesgo de auto-ignición de un fuego que comience en un componente de un equipo debido a fenómenos eléctricos anormales, tales como sobrecarga, cortocircuito, contactos defectuosos, envejecimiento térmico prematuro, etc.
- Resistir al fallo cuando se encuentre expuesto a fuegos inducidos, mediante el empleo de cableados y recubrimientos adecuados de los mismos.
- Minimizar el humo y los gases nocivos emitidos en el caso de que el equipo se incendie.

H.2.2.6 Requisitos post-accidente.—La memoria protegida de la Unidad de Grabación será capaz de soportar los siguientes efectos tras un accidente, sin que se pierda ni altere la información almacenada y permitiendo su extracción:

- Se cumplirán los criterios de compatibilidad electromagnética de la UNE-EN 50121-3-2.
- Fluidos y sus componentes, tales como: alcohol, anticongelante, carburante diesel, fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, ácido de batería, etc.
- Los productos de lucha contra incendios y sus componentes.
- Agua y polvo: Se garantizará un nivel de protección mínimo IP 67.
- El sistema de almacenamiento dispondrá de conexión serie tipo Dsub9 (RS-232 hembra) para el acceso a la información registrada en caso de accidente, estando de acuerdo con lo indicado en la norma UNISIG SUBSET-027 para la descarga de datos del sistema ETCS. Se aceptarán también conexiones tipo RJ-45 estándar (Ethernet), USB 2.0 ó superior (pasivo).
- Será capaz de aguantar, sin deterioro de la información almacenada, una temperatura exterior de 700 °C durante, al menos, 5 minutos.

El sistema no deberá emitir ninguna polución nociva en el caso de que le suceda cualquier incidente.

La memoria ignífuga extraíble de registro soportará:

- choques de 100g de hasta 10 milisegundos.
- una fuerza de aplastamiento de 20 kN a lo largo de los tres ejes principales y las diagonales.

H.3 *Parámetros a registrar.*—En este apartado se incluye un listado de parámetros que deben registrar los equipos.

Se ha organizado de forma que primero se muestran las señales de cabecera, donde se recogen aquellas señales que deben estar almacenadas en el equipo al inicio de cualquier trayecto. Éstas pueden ser introducidas bien por el maquinista, bien porque alguno de los parámetros fundamentales haya cambiado o bien porque algún fallo de la alimentación haya provocado su pérdida.

A continuación se incluyen las señales a registrar como datos de cabecera, generales y en función del sistema que lleve activo el vehículo.

## H.3.1 Datos de cabecera:

- Número de vehículo
- Identificación del tren (n.º de circulación)
- Tipo de vehículo motor
- Identificación del maquinista
- Velocidad máxima del vehículo
- Porcentaje de freno del tren
- Longitud del tren
- Tipo de freno del tren
- Tipo de tren
- Clave de validación
- Número de bogies anulados de freno (en vehículos autopropulsados)
- Número de unidades acopladas (en vehículos autopropulsados)
- Fecha actual
- Hora actual
- Diámetro de rueda
- Tensión de alimentación de catenaria

Los datos de fecha y hora del registrador provendrán de un reloj propio, que sea fiable, seguro y no manipulable externamente, excepto mediante sistemas de actualización permanente de la hora (por ejemplo, GPS) o en operaciones de mantenimiento en taller homologado, en cuyo caso quedará registrado este evento.

Los datos del LZB se registrarán en el equipo cuando no exista STM LZB. En caso contrario, formarán parte del registro ETCS. Se procederá de la misma forma con cualquier otro sistema que en el futuro se decida implementar como STM.

## H.3.2 Generales:

- Estado de la Unidad de Grabación (on / off / error)
- Recorrido actual (m)
- Velocidad registrada por el velocímetro
- Velocidad prefijada conectada
- Cabina de conducción habilitada
- Sentido de la marcha / Posición del inversor
- Pantógrafo elevado / bajado
- Interruptor principal conectado / desconectado
- Alta tensión (tensión de catenaria existente)
- Tensión de catenaria (dentro / fuera de tolerancia)
- Tracción / freno automático (ATF) activado
- Climatización de cabina (en servicio / fuera de servicio)
- Puertas del vehículo autopropulsado cerradas
- Puertas izquierdas desbloqueadas
- Puertas derechas desbloqueadas
- Operaciones del tren terminadas (si está implementado)
- Bocina
- Dispositivo de vigilancia (HM) en servicio
- Dispositivo de vigilancia (HM) anulado
- Freno de emergencia por dispositivo de vigilancia (HM)
- Freno de emergencia por accionamiento manual (seta, freno neumático máximo)
- Circuitos de seguridad del accionamiento manual de emergencia seccionados
- Bogies seccionados de freno en circulación
- Presión de la tubería de freno automático OK
- Presión TFA analógica
- Porcentaje de freno eléctrico aplicado
- Freno de estacionamiento accionado
- Freno de auxilio activado
- Freno directo activado

- Freno de servicio (aplicación / revocación)
- Accionamiento chopper de frenado de servicio
- Fallo freno de servicio
- Avería sistema de control de freno
- Supervisión de rodadura (ruedas bloqueadas)
- Detección de inestabilidades en el mecanismo de rodadura
- Detección de descarrilamiento
- Elevada temperatura de las cajas de grasa
- Elevada temperatura de los frenos
- Alarma de incendio activada
- Alarma de viajeros activada
- Confirmación alarma de los viajeros
- Anulación de la alarma de viajeros
- Estado sistema de hermeticidad
- Ordenador maestro
- ETCS en servicio
- ETCS anulado
- Sistema de videorretrovisores en servicio
- Señales luminosas por cabeza y cola activas (en unidades autopropulsadas)
- Canales de reserva analógicos (3)
- Canales de reserva digitales (entre 12 y 19)

H.3.3 EBICAB.–El sistema EBICAB permite la funcionalidad como sistema de ATP y como sistema ASFA. A continuación se incluyen los parámetros a registrar cuando funciona como sistema ATP. Cuando el sistema realiza las funciones del equipo ASFA, deberá respetarse el contenido del apartado H.3.4.

- Velocidad del tren
- Velocidad límite
- Velocidad meta
- Velocidad de aviso
- Velocidad de liberación
- Distancia meta
- Indicación de sobrevelocidad
- Aplicación del freno de servicio
- Eficacia (servicio)
- Alarma
- Rearme de freno
- Rebase autorizado
- Fin de protección ATP
- Aplicación del freno de emergencia
- Modo de funcionamiento (modo ATP / ASFA permanente / Maniobras / BTS)
- Hora actual
- Avisador acústico
- Fallo total
- Fallo ASFA
- Fallo ATP
- Indicación de vía libre
- Indicación de vía libre condicional
- Indicación de anuncio de precaución
- Indicación de anuncio de precaución con pantalla indicadora de velocidad
- Indicación de anuncio de parada o anuncio de parada inmediata
- Indicación de preanuncio de parada
- Indicación de parada (R)
- Indicación de Paso a Nivel protegido
- Indicación de Paso a Nivel sin protección

- Marcha atrás

#### H.3.4 ASFA.

• 7 canales digitales para el registro de las informaciones del ASFA conforme al documento «Especificaciones Técnicas y Funcionales del Sistema Embarcado ASFA Digital».

- Registro de velocidad ASFA

Si la Unidad de Grabación embarcada dispone de puerto de entrada RS-485, el registro de las informaciones del ASFA podrá realizarse mediante éste en vez de a través de los 7 canales digitales.

#### H.3.5 LZB.

- Transmisión LZB
- Prueba funcional
- Rebase de punto de parada
- Freno automático
- Freno emergencia
- Autorización
- Posiciones de los conmutadores LZB de aislamiento y de defecto
- Rebasar
- Liberar
- Alertar, si procede
- Cambio de sentido del recorrido
- Presión adecuada en TFA
- Error telegrama LZB (deseable)
- Tipo de Freno (TF)
- Porcentaje de freno (PFT)
- Velocidad máxima del tren (VMT)
- Longitud del tren
- Diámetro rueda 1
- Diámetro rueda 2
- Vcons
- Vreal
- Magnitudes V-meta y D-meta apagadas
- Deceleración de frenado
- Bloqueo parcial

H.3.6 ETCS.–La Unidad de Grabación debe ser capaz de registrar y de producir un output de la información almacenada para permitir su análisis mediante sistemas externos, de acuerdo con el listado de parámetros prescrito en el documento UNISIG SUBSET-027.

H.4 Descarga y análisis de los datos.–Con el fin de asegurar la legibilidad de los datos almacenados para todas las partes interesadas, en este apartado se definen las funciones de descarga que debe reunir la interfaz, la forma de obtener los registros y las características que deben reunir el software de análisis de la información y el interfaz físico.

H.4.1 Descarga de los registros.–Para obtener los registros almacenados en el equipo, deben contemplarse dos posibilidades:

- 1) obtenerlos directamente desde el sistema embarcado en el vehículo,
- 2) obtenerlos directamente desde la memoria ignífuga extraíble.

En cualquiera de los dos casos, debe ser posible la transmisión de los datos hacia un ordenador portátil, el cual estará dotado del necesario software de extracción y evaluación de la información, y de las necesarias conectividades.

La extracción sólo podrá realizarse con las herramientas propias del registrador (software de descarga de datos, o por ejemplo, una llave de memoria USB).

Para su conexión directa con un ordenador portátil con el software de descarga de datos, la Unidad de Grabación debe estar provista de un módulo con conectividades Dsub9 (RS-232 hembra) y, opcionalmente, USB pasivo y RJ45 estándar (Ethernet).

Adicionalmente, si la descarga se realiza directamente mediante un dispositivo de memoria USB, se dispondrá de un puerto USB 2.0 ó superior (activo).

En el caso de un accidente, para el que se requiera acceder a la información a través de la memoria ignífuga, el fabricante deberá proporcionar un sistema para leer la memoria protegida, y opcionalmente mediante puerto Dsub 9 (RS-232 hembra) ó RJ-45 estándar, que pueda leerse directamente con el ordenador.

#### H.4.2 Funciones básicas de descarga

Al descargarse la información desde el soporte de memoria del equipo embarcado en el vehículo, se deben exigir los siguientes requisitos:

- Los datos almacenados dentro de la memoria del registrador deben estar protegidos de tal modo que no sea posible su manipulación. Una vez extraídos estos datos, cualquier manipulación deberá poder ser detectada (a través de mecanismos de integridad de la información, firma digital u otros que implemente el fabricante).
- La información recogida en los registros sólo podrá extraerse o leerse con software específico.
- Se debe realizar un chequeo de integridad entre los datos almacenados y la información descargada. La probabilidad de error en la extracción será inferior a  $10^{-6}$  por descarga.
- Únicamente se debe permitir eliminar la información, parcial o totalmente, en operaciones de mantenimiento, para lo que se implementarán las protecciones necesarias.
- Se debe exigir confirmación o dar mensaje de error a la herramienta de extracción de datos si se produce un fallo en la descarga de los datos

H.4.3 Requisitos del software de extracción y evaluación de la información.—El software deberá realizarse conforme a las indicaciones de la norma UNE-EN 50128.

Deberá garantizar que los datos extraídos no puedan modificarse.

Además, deberá incluir las siguientes características generales para facilitar el análisis y la presentación de la información extraída:

- Deberá ser compatible con alguna de las versiones actuales de los sistemas operativos habituales.
- Debe permitir acceder a datos concretos del registro.
- Además de datos y cálculos, es necesario que éstos puedan presentarse gráficamente; se podrá elegir qué datos emplear para representar la información gráficamente.
- Debe permitirse que en el entorno gráfico se puedan hacer ventanas (zoom) de la información reflejada con la precisión deseada.
- Debe poder exportar la información a otros programas de trabajo generales.

H.5 Metodología de ensayo a componente.—El proceso de validación como componente del registrador jurídico o unidad de grabación embarcada, y del registrador de voz si lo incorpora el material rodante, comprenderá las siguientes fases de evaluación:

– Fase de análisis de diseño y ensayo de tipo.—Se comprobará el cumplimiento de todos los requisitos mencionados en este anexo mediante certificado del fabricante y mediante las pruebas que se establezcan en el protocolo.

– Fase de ensayo de serie.—Se comprobará que todas las interfaces previstas funcionan correctamente.

## ANEXO I

### Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas

Se llevarán a cabo los ensayos necesarios para comprobar el cumplimiento de las medidas de protección contra:

– 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 estarán 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 trascurren entre los testeros 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 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 J

### Especificaciones técnicas para ruedas con discos de freno fijados con tornillos a su velo

J.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.

J.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.

#### J.2.1 Consideraciones termomecánicas.

J.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.

J.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.

J.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.

J.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

J.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.

J.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 J.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.

J.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.

J.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 J.3 de este anexo.

### J.2.3 Consideraciones acústicas.

J.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.

J.2.3 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.

J.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 J.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 K

### Interferencias por armónicos sobre los sistemas de señalización

K.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.

#### K.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 kV C.A. o 3 kV C.C.).– Dentro de las infraestructuras de 25 kV C.A., 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 Ferroviaria.

– 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 L

### Especificaciones técnicas de lunas laterales

L.1 *Campo de aplicación.*—Se definen las características técnicas de las lunas laterales de las cabinas de conducción y de salas de viajeros de las unidades autopropulsadas para su homologación y suministro.

L.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:

L.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.

L.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.

L.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.

L.4 *Resistencias.*

L.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

L.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.

L.4.3 *Resistencia al choque.*—La verificación de la resistencia al golpe se realizará en Laboratorio Oficial, preparado para este tipo de ensayo.

L.4.4 *Probetas de ensayo.*

Medidas:	600 × 600 mm.
Número:	Tres, una para cada ensayo.

L.4.5 *Proyectiles.*

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.

L.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.

L.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 laminares 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.

L.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.