

## DECISIÓN DE LA COMISIÓN

de 21 de febrero de 2008

## sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad

[notificada con el número C(2008) 648]

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(2008/232/CE)

LA COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea,

Vista la Directiva 96/48/CE del Consejo, de 23 de julio de 1996, relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad <sup>(1)</sup> y, en particular, su artículo 6, apartado 1,

Considerando lo siguiente:

- (1) De conformidad con el artículo 2, letra c), y el anexo II de la Directiva 96/48/CE, el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad se subdivide en subsistemas de carácter estructural y funcional, incluido un subsistema de material rodante.
- (2) La Decisión 2002/735/CE <sup>(2)</sup> de la Comisión, de 30 de mayo de 2002, estableció la primera especificación técnica de interoperabilidad (ETI) sobre el subsistema de material rodante del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.
- (3) Es necesario revisar esta primera ETI a la luz del progreso técnico y la experiencia adquirida con su aplicación.
- (4) La AEIF, en su calidad de organismo común representativo, recibió el mandato de examinar y revisar la primera ETI. Por lo tanto, procede sustituir la Decisión 2002/735/CE por la presente Decisión.
- (5) El proyecto de ETI revisada ha sido examinado por el Comité creado por la Directiva 96/48/CE.
- (6) La presente ETI debe aplicarse al material rodante nuevo, rehabilitado o renovado, bajo determinadas condiciones.
- (7) La presente ETI se entiende sin perjuicio de lo dispuesto en otras ETI que puedan aplicarse a los subsistemas de material rodante.

- (8) La primera ETI relativa al subsistema de material rodante entró en vigor en 2002. Debido a la existencia de compromisos contractuales, los nuevos subsistemas de material rodante y sus componentes de interoperabilidad, así como su renovación y rehabilitación, deben someterse a una evaluación de conformidad con arreglo a lo dispuesto en esta primera ETI. Por otra parte, la primera ETI debe seguir siendo aplicable a efectos de mantenimiento y de sustitución con fines de mantenimiento de componentes del subsistema y de componentes de interoperabilidad autorizados en virtud de esta primera ETI. En consecuencia, los efectos de la Decisión 2002/735/CE deben seguir estando vigentes en relación con el mantenimiento de los proyectos autorizados con arreglo a la ETI aneja a dicha Decisión y con los proyectos de líneas nuevas, así como para la renovación o rehabilitación de líneas existentes que se hallen en avanzada fase de desarrollo o bien sean objeto de contratos en curso de ejecución en la fecha de notificación de la presente Decisión. Para determinar la diferencia en cuanto a ámbito de aplicabilidad de la primera ETI y la nueva ETI aneja a la presente Decisión, los Estados miembros notificarán, dentro de los seis meses siguientes a la fecha en que entre en aplicación la presente Decisión, una lista de los subsistemas y componentes de interoperabilidad a los que siga siendo aplicable la primera ETI.
- (9) La presente ETI no impone el uso de soluciones técnicas o tecnologías específicas excepto cuando sea estrictamente necesario para la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.
- (10) La presente ETI permite, durante un período de tiempo limitado, incorporar sin certificación de componentes de interoperabilidad a subsistemas, si se reúnen determinadas condiciones.
- (11) En su actual versión esta ETI no recoge plenamente todos los requisitos esenciales. Con arreglo al artículo 17 de la Directiva 96/48/CE, los aspectos técnicos no contemplados se consideran «cuestiones pendientes» en el anexo L de la presente ETI. De conformidad con el artículo 16, apartado 3, de la Directiva 96/48/CE, los Estados miembros deben notificar a la Comisión y a los demás Estados miembros la lista de normas técnicas nacionales relativas a las «cuestiones pendientes» y los procedimientos que se utilizarán para la evaluación de su conformidad.

<sup>(1)</sup> DO L 235 de 17.9.1996, p. 6, Directiva modificada por la Directiva 2004/50/CE (DO L 164 de 30.4.2004, p. 114).

<sup>(2)</sup> DO L 245 de 12.9.2002, p. 402.

- (12) Por lo que toca a los casos específicos descritos en el capítulo 7 de la presente ETI, los Estados miembros deben notificar a la Comisión y a los demás Estados miembros los procedimientos de evaluación de la conformidad que utilizarán.
- (13) El tráfico ferroviario se efectúa actualmente en virtud de acuerdos nacionales, bilaterales, multilaterales o internacionales. Es importante que estos acuerdos no obstaculicen los progresos actuales y futuros hacia la interoperabilidad. Con este fin, es necesario que la Comisión los examine con objeto de determinar si procede revisar en consecuencia la ETI presentada en la presente Decisión.
- (14) La ETI se basa en los mejores conocimientos técnicos disponibles en el momento de la preparación del proyecto. Para continuar fomentando la innovación y para tener en cuenta la experiencia adquirida, la ETI adjunta debe estar sujeta a revisión periódica.
- (15) La presente ETI permite soluciones innovadoras. Cuando se proponen soluciones innovadoras, el fabricante o la entidad contratante debe especificar la desviación del apartado correspondiente de la ETI. La Agencia Ferroviaria Europea ha de ultimar las especificaciones funcionales y de interfaz de esta solución, según convenga, y elaborar los métodos de evaluación.
- (16) Las disposiciones de la presente Decisión se ajustan al dictamen emitido por el Comité establecido con arreglo al artículo 21 de la Directiva 96/48/CE.

HA ADOPTADO LA PRESENTE DECISIÓN:

#### Artículo 1

Mediante la presente Decisión, la Comisión aprueba una especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa al subsistema de material rodante del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.

Dicha ETI figura como anexo de la presente Decisión.

#### Artículo 2

La presente ETI se aplicará a todo el material rodante nuevo, rehabilitado o renovado del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad definido en el anexo I de la Directiva 96/48/CE.

#### Artículo 3

(1) En relación con los aspectos clasificados como «cuestiones pendientes» en el anexo L de la ETI, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de la interoperabilidad de conformidad con el apartado 2 del artículo 16 de la Directiva 96/48/CE serán las normas técnicas aplicables en el Estado miembro que autorice la puesta en servicio de los subsistemas objeto de la presente Decisión.

(2) Cada Estado miembro notificará a los demás Estados miembros y a la Comisión, en un plazo de seis meses a partir de la fecha de notificación de la presente Decisión:

- (a) la lista de las normas técnicas aplicables mencionadas en el apartado 1.
- (b) los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que se seguirán en relación con la implantación de estas normas,
- (c) los organismos que nombre para llevar a cabo dichos procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación.

#### Artículo 4

Por lo que respecta a los aspectos clasificados como «casos específicos» en el capítulo 7 de la ETI, los procedimientos de evaluación de la conformidad serán los aplicables en los Estados miembros. Cada Estado miembro notificará a los demás Estados miembros y a la Comisión, en un plazo de seis meses a partir de la fecha de notificación de la presente Decisión:

- (a) los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que se seguirán en relación con la aplicación de esas normas.
- (b) los organismos que nombre para llevar a cabo dichos procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación.

#### Artículo 5

La ETI permite un período transitorio durante el cual la evaluación de la conformidad y la certificación de componentes de interoperabilidad podrán realizarse como parte del subsistema. Durante el citado período, los Estados miembros notificarán a la Comisión los componentes de interoperabilidad que hayan evaluado de esta manera con el fin de poder realizar un estrecho seguimiento del mercado de los componentes de interoperabilidad y adoptar medidas para fomentarlo.

#### Artículo 6

Queda derogada la Decisión 2002/735/CE. Sin embargo, sus disposiciones seguirán aplicándose en lo que se refiere al mantenimiento de los proyectos autorizados con arreglo a la ETI aneja a dicha Decisión y a los proyectos de líneas nuevas y de renovación o rehabilitación de líneas existentes que se hallen en avanzada fase de desarrollo o bien sean objeto de contratos en curso de ejecución en la fecha de notificación de la presente Decisión.

Se notificará a la Comisión una lista de los subsistemas y componentes de interoperabilidad a los que sigan aplicándose las disposiciones de la Decisión 2002/735/EC dentro de los seis meses siguientes a la fecha en que entre en aplicación la presente Decisión.

*Artículo 7*

Los Estados miembros notificarán a la Comisión, en un plazo de 6 meses a partir de la entrada en vigor de la ETI adjunta, los acuerdos indicados a continuación:

- (a) acuerdos nacionales, bilaterales o multilaterales entre los Estados miembros y las empresas ferroviarias o los administradores de infraestructuras, suscritos con carácter permanente o temporal y requeridos por las características específicas o locales del servicio ferroviario correspondiente;
- (b) acuerdos bilaterales o multilaterales entre empresas ferroviarias, administradores de infraestructuras o Estados miembros que ofrezcan niveles significativos de interoperabilidad local o regional;

- (c) acuerdos internacionales entre uno o varios Estados miembros y, como mínimo, un tercer país, o entre empresas ferroviarias o administradores de infraestructuras de Estados miembros y, como mínimo, una empresa ferroviaria o administrador de infraestructura de un tercer país, que ofrezcan niveles significativos de interoperabilidad local o regional.

*Artículo 8*

La presente Decisión será aplicable a partir del 1 de septiembre de 2008.

*Artículo 9*

Los destinatarios de la presente Decisión serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 21 de febrero de 2008.

*Por la Comisión*  
Jacques BARROT  
*Vicepresidente de la Comisión*

## ANEXO

**DIRECTIVA 96/48/CE — INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO DE ALTA VELOCIDAD**

## PROYECTO DE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD

**Subsistema «Material rodante»**

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	146
1.1	<b>Ámbito de aplicación técnico</b> .....	146
1.2	<b>Ámbito geográfico</b> .....	146
1.3	<b>Contenido de la presente ETI</b> .....	146
2.	<b>DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL SUBSISTEMA «MATERIAL RODANTE»</b> .....	147
2.1	<b>Descripción del subsistema</b> .....	147
2.2	<b>Funciones y aspectos del subsistema «Material rodante»</b> .....	147
3.	<b>REQUISITOS ESENCIALES</b> .....	147
3.1	<b>Generalidades</b> .....	147
3.2	<b>Los requisitos esenciales se refieren a los siguientes aspectos:</b> .....	148
3.3	<b>Requisitos generales</b> .....	148
3.3.1	Seguridad .....	148
3.3.2	Fiabilidad y disponibilidad .....	150
3.3.3	Requisitos de salud .....	151
3.3.4	Protección del medio ambiente .....	151
3.3.5	Compatibilidad técnica .....	152
3.4	<b>Requisitos específicos del subsistema «Material rodante»</b> .....	153
3.4.1	Seguridad .....	153
3.4.2	Fiabilidad y disponibilidad .....	154
3.4.3	Compatibilidad técnica .....	155
3.5	<b>Requisitos específicos del mantenimiento</b> .....	156
3.6	<b>Otros requisitos igualmente aplicables al subsistema «Material rodante».</b> .....	157
3.6.1	Infraestructura .....	157
3.6.2	Energía .....	157
3.6.3	Control-mando y señalización .....	158
3.6.4	Medio ambiente .....	158
3.6.5	Explotación .....	159
3.7	<b>Elementos del subsistema «Material rodante» relacionados con los requisitos esenciales</b> .....	160
4.	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUBSISTEMA</b> .....	162
4.1	<b>Introducción</b> .....	162
4.2	<b>Especificación funcional y técnica del subsistema</b> .....	163
4.2.1	Generalidades .....	163
4.2.1.1	Introducción .....	163
4.2.1.2	Diseño de los trenes .....	164

4.2.2	Estructuras y partes mecánicas .....	165
4.2.2.1	Generalidades .....	165
4.2.2.2	Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes .....	166
4.2.2.2.1	Requisitos del subsistema .....	166
4.2.2.2.2	Requisitos de los componentes de interoperabilidad .....	166
4.2.2.2.2.1	Acoplador automático de tope central .....	166
4.2.2.2.2.2	Órganos de choque y tracción .....	166
4.2.2.2.2.3	Enganche de remolcado para recuperación y rescate .....	166
4.2.2.3	Resistencia de la estructura del vehículo .....	166
4.2.2.3.1	Descripción general .....	166
4.2.2.3.2	Principios (requisitos funcionales) .....	167
4.2.2.3.3	Especificaciones (casos sencillos de carga y escenarios teóricos de colisión) .....	167
4.2.2.4	Acceso .....	167
4.2.2.4.1	Estribos para los viajeros .....	167
4.2.2.4.2	Puertas de acceso exterior .....	168
4.2.2.4.2.1.	Puertas de acceso para los viajeros .....	168
4.2.2.4.2.2.	Puertas de acceso para las mercancías y la dotación del tren .....	169
4.2.2.5	Aseos .....	169
4.2.2.6	Cabina del conductor .....	169
4.2.2.7	Parabrisas y frontal del tren .....	170
4.2.2.8	Medios de almacenamiento para uso del personal .....	170
4.2.2.9	Estribos exteriores para uso del personal de maniobra .....	171
4.2.3	Interacción vía y gálibo .....	171
4.2.3.1	Gálibo cinemático .....	171
4.2.3.2	Carga estática por eje .....	171
4.2.3.3	Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra	172
4.2.3.3.1	Resistencia eléctrica .....	172
4.2.3.3.2	Control de estado de los cojinetes de los ejes .....	172
4.2.3.3.2.1	Trenes clase 1 .....	172
4.2.3.3.2.2	Trenes clase 2 .....	173
4.2.3.3.2.3	Detección de cajas de grasas calientes para trenes clase 2 .....	173
4.2.3.3.2.3.1	Generalidades .....	173
4.2.3.3.2.3.2	Requisitos funcionales del vehículo .....	173
4.2.3.3.2.3.3	Medidas transversales y altura sobre el nivel del carril del área de detección .....	173
4.2.3.3.2.3.4	Dimensión longitudinal del área de detección .....	173
4.2.3.3.2.3.5	Criterios límite fuera del área de detección .....	174
4.2.3.3.2.3.6	Emisividad .....	174
4.2.3.4	Comportamiento dinámico del material rodante .....	175
4.2.3.4.1	Generalidades .....	175

4.2.3.4.2	Valores límite para la seguridad en circulación .....	176
4.2.3.4.3	Valores límite de esfuerzo sobre la vía .....	177
4.2.3.4.4	Contacto rueda/carril .....	178
4.2.3.4.5	Diseño para la estabilidad del vehículo .....	178
4.2.3.4.6	Definición de conicidad equivalente .....	178
4.2.3.4.7	Valores teóricos de los perfiles de las ruedas .....	179
4.2.3.4.8	Valores de conicidad equivalente en servicio .....	179
4.2.3.4.9	Juegos de ruedas .....	180
4.2.3.4.9.1.	Juegos de ruedas .....	180
4.2.3.4.9.2.	Ruedas componentes de interoperabilidad .....	180
4.2.3.4.10	Requisitos específicos para vehículos con ruedas de giro independiente .....	181
4.2.3.4.11	Detección de descarrilamientos .....	181
4.2.3.5	Longitud máxima de los trenes .....	181
4.2.3.6	Pendientes y rampas máximas .....	181
4.2.3.7	Radio de curva mínimo .....	182
4.2.3.8	Lubricación de las pestañas .....	182
4.2.3.9	Coefficiente de suspensión .....	182
4.2.3.10	Enarenado .....	182
4.2.3.11	Levantamiento de balasto .....	182
4.2.4	Frenos .....	182
4.2.4.1	Características mínimas de frenado .....	182
4.2.4.2	Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno .....	184
4.2.4.3	Requisitos del sistema de frenado .....	185
4.2.4.4	Prestaciones de los frenos de servicio .....	186
4.2.4.5	Frenos de Foucault .....	186
4.2.4.6	Protección de un tren inmovilizado .....	187
4.2.4.7	Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas .....	187
4.2.4.8	Requisitos de freno con fines de rescate .....	187
4.2.5	Información y comunicaciones a los viajeros .....	188
4.2.5.1	Sistema de megafonía .....	188
4.2.5.2	Letreros informativos para los viajeros .....	188
4.2.5.3	Alarma de viajeros .....	188
4.2.6	Condiciones ambientales .....	189
4.2.6.1	Condiciones ambientales .....	189
4.2.6.2	Cargas aerodinámicas del tren al aire libre .....	189
4.2.6.2.1	Cargas aerodinámicas sobre los trabajadores de la vía en tierra .....	189
4.2.6.2.2	Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén .....	190
4.2.6.2.3	Cargas de presión al aire libre .....	192
4.2.6.3	Viento cruzado .....	193

4.2.6.4	Variación máxima de la presión en túneles .....	195
4.2.6.5	Ruido exterior .....	196
4.2.6.5.1	Introducción .....	196
4.2.6.5.2	Límites aplicables al ruido estacionario .....	197
4.2.6.5.3	Límites aplicables al ruido de arranque .....	197
4.2.6.5.4	Límites aplicables al ruido de paso .....	198
4.2.6.6	Interferencias electromagnéticas exteriores .....	198
4.2.6.6.1	Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones: .....	198
4.2.6.6.2	Interferencias electromagnéticas: .....	198
4.2.7	Protección del sistema .....	199
4.2.7.1	Salidas de emergencia .....	199
4.2.7.1.1	Salidas de emergencia para los viajeros .....	199
4.2.7.1.2	Salidas de emergencia de las cabinas de conducción .....	199
4.2.7.2	Seguridad contra incendios .....	199
4.2.7.2.1	Introducción .....	200
4.2.7.2.2	Medidas de prevención de incendios .....	200
4.2.7.2.3	Medidas de detección y control de incendios .....	200
4.2.7.2.3.1	Detección de incendios .....	200
4.2.7.2.3.2	Extintor de incendios .....	201
4.2.7.2.3.3	Resistencia al fuego .....	201
4.2.7.2.4	Medidas adicionales para mejorar la capacidad de circulación .....	201
4.2.7.2.4.1	Trenes de todas las categorías de seguridad contra incendios .....	201
4.2.7.2.4.2	Categoría B de seguridad contra incendios .....	202
4.2.7.2.5	Medidas específicas para depósitos que contengan líquidos inflamables .....	202
4.2.7.2.5.1	Generalidades .....	202
4.2.7.2.5.2	Requisitos específicos para los depósitos de combustible .....	203
4.2.7.3	Protección contra choques eléctricos .....	204
4.2.7.4	Luces exteriores y bocinas .....	204
4.2.7.4.1	Luces delanteras y traseras .....	204
4.2.7.4.1.1	Faros .....	204
4.2.7.4.1.2	Luces de posición .....	204
4.2.7.4.1.3	Luces de cola .....	205
4.2.7.4.1.4	Mandos de las luces .....	205
4.2.7.4.2	Bocinas .....	205
4.2.7.4.2.1	Generalidades .....	205
4.2.7.4.2.2	Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia .....	206
4.2.7.4.2.3	Protección .....	206
4.2.7.4.2.4	Verificación de los niveles de presión acústica .....	206
4.2.7.4.2.5	Requisitos de los componentes de interoperabilidad .....	207

4.2.7.5	Procedimientos de elevación y rescate . . . . .	207
4.2.7.6	Ruido interior . . . . .	207
4.2.7.7	Aire acondicionado . . . . .	208
4.2.7.8	Dispositivo de vigilancia del conductor . . . . .	208
4.2.7.9	Sistema de control-mando y señalización . . . . .	208
4.2.7.9.1	Generalidades . . . . .	208
4.2.7.9.2	Localización del juego de ruedas . . . . .	209
4.2.7.9.3	Ruedas: . . . . .	209
4.2.7.10	Conceptos de supervisión y diagnóstico . . . . .	209
4.2.7.11	Especificación particular para túneles . . . . .	210
4.2.7.11.1	Áreas de viajeros y de personal del tren equipadas con aire acondicionado . . . . .	210
4.2.7.11.2	Sistema de megafonía . . . . .	210
4.2.7.12	Sistema de alumbrado de emergencia . . . . .	210
4.2.7.13	Software . . . . .	210
4.2.7.14	Interfaz conductor-máquina (DMI) . . . . .	210
4.2.7.15	Identificación de los vehículos . . . . .	210
4.2.8.	Equipos de tracción y eléctricos . . . . .	210
4.2.8.1.	Requisitos de prestaciones de tracción . . . . .	210
4.2.8.2.	Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción . . . . .	211
4.2.8.3.	Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica . . . . .	211
4.2.8.3.1.	Tensión y frecuencia del suministro eléctrico . . . . .	212
4.2.8.3.1.1.	Suministro eléctrico . . . . .	212
4.2.8.3.1.2.	Recuperación de energía . . . . .	212
4.2.8.3.2	Máxima potencia y máxima intensidad que es admisible absorber de la línea aérea de contacto . . . . .	212
4.2.8.3.3.	Factor de potencia . . . . .	212
4.2.8.3.4	Perturbaciones de la energía del sistema . . . . .	212
4.2.8.3.4.1.	Características de armónicos y sobretensiones relacionadas en la línea aérea de contacto . . . . .	212
4.2.8.3.4.2.	Efectos de la corriente continua en el suministro de corriente alterna . . . . .	212
4.2.8.3.5	Medidores de consumo de energía . . . . .	212
4.2.8.3.6	Requisitos del subsistema de material rodante relacionados con los pantógrafos . . . . .	213
4.2.8.3.6.1.	Fuerza de contacto del pantógrafo . . . . .	213
4.2.8.3.6.2.	Disposición de los pantógrafos . . . . .	214
4.2.8.3.6.3.	Aislamiento del pantógrafo respecto del vehículo . . . . .	214
4.2.8.3.6.4.	Bajada del pantógrafo . . . . .	215
4.2.8.3.6.5.	Calidad de captación de corriente . . . . .	215
4.2.8.3.6.6.	Coordinación de la protección eléctrica . . . . .	215
4.2.8.3.6.7.	Circulación por secciones de separación de fases . . . . .	215
4.2.8.3.6.8.	Circulación por secciones de separación de sistemas . . . . .	215
4.2.8.3.6.9.	Altura de los pantógrafos . . . . .	216

4.2.8.3.7.	El pantógrafo como componente de interoperabilidad .....	216
4.2.8.3.7.1.	Diseño de conjunto .....	216
4.2.8.3.7.2.	Geometría del arco del pantógrafo .....	216
4.2.8.3.7.3.	Fuerza estática de contacto del pantógrafo .....	217
4.2.8.3.7.4.	Zona de trabajo de los pantógrafos .....	217
4.2.8.3.7.5.	Capacidad de transporte de corriente .....	217
4.2.8.3.8.	El frotador como componente de interoperabilidad .....	217
4.2.8.3.8.1.	Generalidades .....	217
4.2.8.3.8.2.	Geometría de los frotadores .....	217
4.2.8.3.8.3.	Materiales .....	217
4.2.8.3.8.4.	Detección de frotadores .....	217
4.2.8.3.8.5.	Capacidad de transporte de corriente .....	218
4.2.8.3.9	Interfaces con el sistema de electrificación .....	218
4.2.8.3.10	Interfaces con el subsistema de control y mando y de señalización .....	218
4.2.9	Puesta a punto .....	219
4.2.9.1	Generalidades .....	219
4.2.9.2	Medios de limpieza externa del tren .....	219
4.2.9.3	Sistemas de descarga de retretes .....	219
4.2.9.3.1	Sistema de descarga de a bordo .....	219
4.2.9.3.2	Carretillas móviles para descarga de retretes .....	219
4.2.9.4	Limpieza interior del tren .....	220
4.2.9.4.1	Generalidades .....	220
4.2.9.4.2	Enchufes eléctricos .....	220
4.2.9.5	Equipos de reposición de agua .....	220
4.2.9.5.1	Generalidades .....	220
4.2.9.5.2	Adaptadores para el llenado de agua .....	220
4.2.9.6	Equipos de reposición de arena .....	220
4.2.9.7	Requisitos especiales para el estacionamiento de trenes .....	221
4.2.9.8	Equipos de repostaje .....	221
4.2.10	Mantenimiento .....	221
4.2.10.1	Responsabilidades .....	221
4.2.10.2	El expediente de mantenimiento .....	221
4.2.10.2.1	Expediente de justificación del diseño del mantenimiento .....	221
4.2.10.2.2	Documentación de mantenimiento .....	222
4.2.10.3	Gestión del expediente de mantenimiento .....	223
4.2.10.4	Gestión de la información de mantenimiento .....	224
4.2.10.5	Puesta en práctica del mantenimiento .....	225
4.3	Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces .....	225
4.3.1	Generalidades .....	225
4.3.2	Subsistema «Infraestructura» .....	228

4.3.2.1	Acceso .....	228
4.3.2.2	Cabina del conductor .....	228
4.3.2.3	Gálbo cinemático .....	229
4.3.2.4	Carga estática por eje .....	229
4.3.2.5	Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra	229
4.3.2.6	Comportamiento dinámico del material rodante y perfiles de las ruedas .....	229
4.3.2.7	Longitud máxima de los trenes .....	229
4.3.2.8	Pendientes y rampas máximas .....	229
4.3.2.9	Radio mínimo de curva .....	229
4.3.2.10	Lubricación de las pestañas .....	229
4.3.2.11	Levantamiento de balasto .....	229
4.3.2.12	Frenos de Foucault .....	229
4.3.2.13	Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas .....	230
4.3.2.14	Alarma de viajeros .....	230
4.3.2.15	Condiciones ambientales .....	230
4.3.2.16	Cargas aerodinámicas del tren al aire libre .....	230
4.3.2.17	Viento cruzado .....	230
4.3.2.18	Variación máxima de la presión en túneles .....	230
4.3.2.19	Ruido exterior .....	230
4.3.2.20	Seguridad contra incendios .....	230
4.3.2.21	Faros .....	230
4.3.2.22	Especificación particular para túneles .....	230
4.3.2.23	Puesta a punto .....	231
4.3.2.24	Mantenimiento .....	231
4.3.3	Subsistema «Energía» .....	231
4.3.3.1	Reservado .....	231
4.3.3.2	Requisitos del sistema de frenado .....	231
4.3.3.3	Interferencias electromagnéticas exteriores .....	231
4.3.3.4	Faros .....	231
4.3.3.5	Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica .....	231
4.3.4	Subsistema «Control-mando y señalización» .....	231
4.3.4.1	Cabina del conductor .....	231
4.3.4.2	Parabrisas y frontal del tren .....	231
4.3.4.3	Carga estática por eje .....	232
4.3.4.4	Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra	232
4.3.4.5	Enarenado .....	232
4.3.4.6	Prestaciones de frenado .....	232
4.3.4.7	Interferencias electromagnéticas .....	232
4.3.4.8	Sistema de control-mando y señalización .....	232
4.3.4.9	Conceptos de supervisión y diagnóstico .....	233

4.3.4.10	Especificación particular para túneles .....	234
4.3.4.11	Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica .....	234
4.3.4.12	Luces delanteras del vehículo .....	234
4.3.5	Subsistema «Explotación» .....	234
4.3.5.1	Diseño de los trenes .....	234
4.3.5.2	Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes .....	234
4.3.5.3	Acceso .....	234
4.3.5.4	Aseos .....	234
4.3.5.5	Parabrisas y frontal del tren .....	234
4.3.5.6	Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra	234
4.3.5.7	Comportamiento dinámico del material rodante .....	234
4.3.5.8	Longitud máxima de los trenes .....	234
4.3.5.9	Enarenado .....	234
4.3.5.10	Levantamiento de balasto .....	234
4.3.5.11	Prestaciones de frenado .....	234
4.3.5.12	Requisitos del sistema de frenado .....	234
4.3.5.13	Frenos de Foucault .....	234
4.3.5.14	Protección de un tren inmovilizado .....	235
4.3.5.15	Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas .....	235
4.3.5.16	Sistema de megafonía .....	235
4.3.5.17	Alarma de viajeros .....	235
4.3.5.18	Condiciones ambientales .....	235
4.3.5.19	Cargas aerodinámicas del tren al aire libre .....	235
4.3.5.20	Viento cruzado .....	235
4.3.5.21	Variación máxima de la presión en túneles .....	235
4.3.5.22	Ruido exterior .....	235
4.3.5.23	Salidas de emergencia .....	236
4.3.5.24	Seguridad contra incendios .....	236
4.3.5.25	Luces exteriores y bocinas .....	236
4.3.5.26	Procedimientos de elevación y rescate .....	236
4.3.5.27	Ruido interior .....	236
4.3.5.28	Aire acondicionado .....	236
4.3.5.29	Dispositivo de vigilancia del conductor .....	236
4.3.5.30	Conceptos de supervisión y diagnóstico .....	236
4.3.5.31	Especificación particular para túneles .....	236
4.3.5.32	Requisitos de prestaciones de tracción .....	236
4.3.5.33	Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción .....	236
4.3.5.34	Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica .....	237
4.3.5.35	Puesta a punto .....	237
4.3.5.36	Identificación de los vehículos .....	237

4.3.5.37	Visibilidad de las señales .....	237
4.3.5.38	Salidas de emergencia .....	237
4.3.5.39	Interfaz conductor-máquina (DMI) .....	237
4.4	Normas de explotación .....	237
4.5	<b>Normas de mantenimiento</b> .....	238
4.6	<b>Competencia profesional</b> .....	238
4.7	<b>Condiciones de salud y seguridad</b> .....	238
4.8	<b>Registros de infraestructuras y material rodante</b> .....	239
4.8.1	Registro de infraestructuras .....	239
4.8.2	Registro de material rodante .....	240
5.	<b>COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD</b> .....	240
5.1	<b>Definición</b> .....	240
5.2	<b>Soluciones innovadoras</b> .....	240
5.3	<b>Lista de componentes</b> .....	240
5.4	<b>Prestaciones y especificaciones de los componentes</b> .....	241
6.	<b>EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O DE LA IDONEIDAD PARA EL USO</b> .....	241
6.1.	<b>Componentes de interoperabilidad del subsistema «Material Rodante»</b> .....	241
6.1.1	Evaluación de la conformidad (generalidades) .....	241
6.1.2	Procedimientos de evaluación de la conformidad (módulos) .....	242
6.1.3	Soluciones existentes .....	243
6.1.4	Soluciones innovadoras .....	243
6.1.5	Evaluación de la idoneidad para el uso .....	243
6.2	<b>Subsistema «Material Rodante»</b> .....	244
6.2.1	Evaluación de la conformidad (generalidades) .....	244
6.2.2	Procedimientos de evaluación de la conformidad (módulos) .....	244
6.2.3	Soluciones innovadoras .....	245
6.2.4	Evaluación del mantenimiento .....	245
6.2.5	Evaluación de vehículos individuales .....	245
6.3	<b>Componentes interoperables que no dispongan de declaración «CE»</b> .....	245
6.3.1	Generalidades .....	245
6.3.2	Período transitorio .....	245
6.3.3	Certificación de los subsistemas que contengan componentes de interoperabilidad no certificados durante el periodo transitorio .....	246
6.3.3.1	Condiciones .....	246
6.3.3.2	Notificación .....	246
6.3.3.3	Aplicación del ciclo de vida útil .....	246
6.3.4	Medios de supervisión .....	247
7.	<b>APLICACIÓN DE LA ETI «MATERIAL RODANTE»</b> .....	247
7.1	<b>Aplicación de la ETI</b> .....	247
7.1.1	Material rodante de nueva construcción y nuevo diseño .....	247

7.1.1.1	Definiciones .....	247
7.1.1.2	Generalidades .....	247
7.1.1.3	Fase A .....	247
7.1.1.4	Fase B .....	248
7.1.2	Material rodante de nueva construcción de un diseño existente certificado con arreglo a una ETI vigente .....	248
7.1.3	Material rodante de un diseño existente .....	249
7.1.4	Material rodante en proceso de acondicionamiento o renovación .....	249
7.1.5	Ruido .....	250
7.1.5.1	Período transitorio .....	250
7.1.5.2	Acondicionamiento o renovación de material rodante .....	250
7.1.5.3	Un proceso en dos etapas .....	250
7.1.6	Carretillas móviles para descarga de retretes [apartado 4.2.9.3] .....	250
7.1.7	Medidas de prevención de incendios: conformidad del material .....	250
7.1.8	Material rodante que circule en virtud de acuerdos nacionales, bilaterales, multilaterales o internacionales .....	251
7.1.8.1	Acuerdos existentes .....	251
7.1.8.2	Acuerdos futuros .....	251
7.1.9	Revisión de las ETI .....	251
7.2	Compatibilidad del material rodante con otros subsistemas .....	251
7.3	Casos específicos .....	252
7.3.1	Generalidades .....	252
7.3.2	Lista de casos específicos .....	252
7.3.2.1	Caso específico general en la red de 1 524 mm de ancho de vía .....	252
7.3.2.2	Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes [apartado 4.2.2.2]: .....	252
7.3.2.3	Estribos para viajeros [apartado 4.2.2.4.1] .....	252
7.3.2.4	Gálibo del vehículo [apartado 4.2.3.1] .....	253
7.3.2.5	Masa del vehículo [apartado 4.2.3.2] .....	253
7.3.2.6	Resistencia eléctrica de los juegos de ruedas (apartado 4.2.3.3.1) .....	253
7.3.2.7	Detección de cajas de grasas calientes para trenes clase 2 [apartado 4.2.3.3.2.3] .....	254
7.3.2.8	Contacto rueda-carril (perfiles de las ruedas) [4.2.3.4.4] .....	255
7.3.2.9	Juegos de ruedas [4.2.3.4.9] .....	255
7.3.2.10	Longitud máxima de los trenes [4.2.3.5] .....	255
7.3.2.11	Enarenado [4.2.3.10] .....	255
7.3.2.12	Frenado [apartado 4.2.4] .....	256
7.3.2.12.1	Generalidades .....	256
7.3.2.12.2	Frenos de Foucault [apartado 4.2.4.5] .....	256
7.3.2.13	Condiciones ambientales [apartado 4.2.6.1] .....	256
7.3.2.14	Aerodinámica del tren .....	256
7.3.2.14.1	Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén [apartado 4.2.6.2.2] .....	256
7.3.2.14.2	Cargas de presión al aire libre [apartado 4.2.6.2.3] .....	257

7.3.2.14.3	Variaciones máximas de presión en los túneles [apartado 4.2.6.4] . . . . .	257
7.3.2.15	Características límite relacionadas con los ruidos exteriores [apartado 4.2.6.5] . . . . .	257
7.3.2.15.1	Límite aplicable al ruido estacionario [apartado 4.2.6.5.2] . . . . .	257
7.3.2.15.2	Límite aplicable al ruido de arranque [apartado 4.2.6.5.3] . . . . .	258
7.3.2.16	Extintor de incendios (apartado 4.2.7.2.3.2) . . . . .	258
7.3.2.17	Bocinas [apartado 4.2.7.4.2.1] . . . . .	258
7.3.2.18	Sistema de control-mando y señalización [apartado 4.2.7.10] . . . . .	258
7.3.2.18.1	Localización del juego de ruedas [apartado 4.2.7.10.2] . . . . .	258
7.3.2.18.2	Ruedas [apartado 4.2.7.10.3] . . . . .	259
7.3.2.19	Pantógrafos [apartado 4.2.8.3.6] . . . . .	260
7.3.2.20	Interfaces con el sistema de control-mando y señalización [apartado 4.2.8.3.8] . . . . .	263
7.3.2.21	Rácores del sistema de descarga de retretes [apartado 4.2.9.3] . . . . .	263
7.3.2.22	Adaptadores para el llenado de agua [apartado 4.2.9.5] . . . . .	263
7.3.2.23	Normas de incendios [apartado 7.1.6] . . . . .	263

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 **Ámbito de aplicación técnico**

La presente ETI se refiere al subsistema «Material Rodante». Estos subsistemas están incluidos en la lista del apartado 1 del anexo II de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE.

Esta ETI se aplica a las siguientes clases de material rodante, evaluados como ramas (indivisibles en servicio) o como vehículos individuales, en formaciones definidas de vehículos motorizados y no motorizados. Se aplica por igual a todos los vehículos, ya sean de transporte de viajeros o no.

Clase 1: Material rodante de velocidad máxima igual o superior a 250 km/h.

Clase 2: Material rodante de velocidad máxima de al menos 190 km/h pero inferior a 250 km/h.

Esta ETI se aplica al material rodante mencionado en el apartado 2 del anexo I de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE que tenga una velocidad máxima de al menos 190 km/h, como se ha indicado anteriormente. Ahora bien: si la velocidad máxima de este material rodante es superior a 351 km/h, se aplicará la ETI, pero serán necesarias especificaciones adicionales que no se detallan aquí, sino que se mantiene como cuestión pendiente: en ese caso se aplicarán las normas nacionales.

Para más información sobre el subsistema «Material rodante», véase el capítulo 2.

En la presente ETI se especifican requisitos que deberá cumplir el material rodante que vaya a operar en la red ferroviaria definida en el apartado 1.2 siguiente, cumpliendo así los requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

El acceso a las líneas no depende únicamente del cumplimiento de los requisitos técnicos de la presente ETI, sino que también se tendrán en cuenta otros requisitos de la Directiva 2004/49 y de la Directiva 2001/14 modificada por la Directiva 2004/50 para permitir que una empresa ferroviaria explote este material rodante en una determinada línea. Por ejemplo, se permite que el administrador de infraestructuras decida no asignar una franja a un tren clase 2 en una línea categoría 1 por razones de capacidad.

### 1.2 **Ámbito geográfico**

El ámbito geográfico de aplicación de la presente ETI es el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad descrito en el anexo I de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

### 1.3 **Contenido de la presente ETI**

De conformidad con el apartado 3 del artículo 5 y con la letra b) del apartado 1 del anexo I de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE, en esta ETI:

- a) se indica su ámbito de aplicación (capítulo 2);
- b) se establecen los requisitos esenciales que ha de cumplir el subsistema «material rodante» (capítulo 3);
- c) se establecen las especificaciones funcionales y técnicas que deben respetar el subsistema y sus interfaces con otros subsistemas (capítulo 4);
- d) se establecen las especificaciones funcionales y técnicas que deben respetar el subsistema y sus interfaces con otros subsistemas (capítulo 4);
- e) se indican, para el personal afectado, las condiciones de cualificación profesional y de higiene y seguridad en el trabajo requeridas para la explotación y el mantenimiento de los subsistemas (capítulo 4);
- f) se determinan los componentes de interoperabilidad y las interfaces que deberán ser objeto de especificaciones europeas, incluidas las normas europeas, que son necesarias para lograr la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (capítulo 5);

- g) se indican los procedimientos que habrán de utilizarse para evaluar la conformidad o la idoneidad para el uso de los componentes de interoperabilidad, por una parte, o la verificación «CE» de los subsistemas, por otra (capítulo 6);
- h) se indica la estrategia de aplicación de la ETI (capítulo 7);
- i) se prevén casos específicos, de conformidad con el apartado 3 del artículo 6 de la Directiva (capítulo 7).

## 2. DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL SUBSISTEMA «MATERIAL RODANTE»

### 2.1 Descripción del subsistema

El subsistema «Material rodante» no incluye los subsistemas «Control y mando», «Infraestructuras» o «Explotación», ni la parte de tierra del subsistema «Energía», ya que estos subsistemas se especifican en sus ETI correspondientes.

Además, el subsistema «Material rodante» tampoco incluye el personal del tren (el conductor y demás miembros de la dotación), ni los viajeros.

### 2.2 Funciones y aspectos del subsistema «Material rodante»

El ámbito de aplicación de la presente ETI en lo referente al subsistema «material rodante» está ampliado con respecto al que se indica en la ETI incluida en el anexo de la Decisión 2002/735/CE.

El ámbito de aplicación del subsistema «Material rodante» comprende las siguientes funciones:

- Transportar y proteger a los viajeros y a la dotación del tren.
- Acelerar, mantener la velocidad, frenar y parar
- Mantener al conductor del tren informado, ofrecer un buen campo de visión frontal y permitir un control adecuado
- Sustentar y guiar al tren por la vía
- Señalizar la presencia del tren a terceros
- Capacidad para funcionar de forma segura incluso en caso de incidentes
- Respetar el medio ambiente
- Mantener el subsistema «Material rodante» y la parte de a bordo del subsistema «Energía»
- Capacidad para funcionar con los sistemas pertinentes de alimentación eléctrica de la tracción

Los equipos de control y mando y de señalización de a bordo están incluidos en el ámbito de aplicación del subsistema de «Control-mando y señalización».

## 3. REQUISITOS ESENCIALES

### 3.1 Generalidades

En el ámbito de aplicación de la presente ETI, se garantizará el cumplimiento de los requisitos esenciales señalados en el capítulo 3 mediante la conformidad con las especificaciones descritas:

- en el capítulo 4, por lo que respecta a los subsistemas,
- y en el capítulo 5, por lo que respecta a los componentes de interoperabilidad,
- demostrada mediante un resultado positivo de la evaluación de:

- la conformidad o idoneidad para el uso de los componentes de interoperabilidad,
- y la verificación de los subsistemas,

con arreglo al capítulo 6.

Parte de los requisitos esenciales se recogen en las normas nacionales por alguno de los siguientes motivos:

- las cuestiones pendientes y reservadas se relacionan en el anexo L;
- excepciones en virtud del artículo 7 de la Directiva 96/48/CE;
- casos específicos descritos en el apartado 7.3 de la presente ETI.

La correspondiente evaluación de la conformidad se realizará bajo la responsabilidad y con arreglo a los procedimientos del Estado miembro que haya notificado las normas nacionales o solicitado la excepción o el caso específico.

Con arreglo al apartado 1 del artículo 4 de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE, el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad y sus subsistemas y componentes de interoperabilidad deberán cumplir los requisitos esenciales definidos en términos generales en el anexo III de la Directiva.

La verificación del cumplimiento de los requisitos esenciales por parte del subsistema «Material rodante» y de sus componentes se realizará de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE y en la presente ETI.

### 3.2 Los requisitos esenciales se refieren a los siguientes aspectos:

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

De acuerdo con la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE, los requisitos esenciales pueden aplicarse a todo el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad con carácter general, o de forma específica a cada subsistema y sus componentes de interoperabilidad.

### 3.3 Requisitos generales

Como complemento de lo dispuesto en el anexo III de la Directiva, se precisan a continuación los aspectos particulares del subsistema «Material Rodante».

#### 3.3.1 Seguridad

Requisito esencial 1.1.1:

*«La concepción, la construcción o la fabricación, el mantenimiento y la vigilancia de los componentes críticos para la seguridad y, en especial, de los elementos que intervienen en la circulación de los trenes, deben ser tales que garanticen la seguridad al nivel correspondiente a los objetivos fijados para la red, incluso en situaciones degradadas definidas.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.2.3 (Resistencia de la estructura del vehículo)
- 4.2.2.4 (Acceso)

- 4.2.2.6 (Cabina del conductor)
- 4.2.2.7 (Parabrisas y frontal del tren)
- 4.2.3.1 (Gálibo cinemático)
- 4.2.3.3 (Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra)
- 4.2.3.4 (Comportamiento dinámico del material rodante)
- 4.2.3.10 (Enarenado)
- 4.3.3.11 (Efectos aerodinámicos sobre balasto)
- 4.2.4 (Frenado)
- 4.2.5 (Información y comunicaciones a los viajeros)
- 4.2.6.2 (Cargas aerodinámicas del tren al aire libre)
- 4.2.6.3 (Viento cruzado)
- 4.2.6.4 (Variación máxima de la presión en túneles)
- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)
- 4.2.7 (Protección del sistema)
- 4.2.7.13 (Software)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 1.1.2:

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

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.3.2 (Carga estática por eje)
- 4.2.3.4 (Comportamiento dinámico del material rodante)

Requisito esencial 1.1.3:

*«Los componentes utilizados deben resistir los esfuerzos normales o excepcionales especificados durante su período de servicio. Las repercusiones sobre la seguridad de cualesquiera fallos fortuitos en la seguridad deben limitarse aplicando los medios adecuados.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.2.3 (Resistencia de la estructura del vehículo)
- 4.2.2.7 (Parabrisas y frontal del tren)
- 4.2.3.3.2 (Control de estado de los cojinetes de los ejes)
- 4.2.3.4.3 (Valores límite de esfuerzo sobre la vía)
- 4.2.3.4.9 (Juegos de ruedas)
- 4.2.4 (Frenado)

- 4.2.6.1 (Condiciones ambientales)
- 4.2.6.3 (Viento cruzado)
- 4.2.6.4 (Variación máxima de la presión en túneles)
- 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)
- 4.2.8.3.6 (Pantógrafos y frotadores)
- 4.2.8 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 1.1.4:

*«En la concepción de las instalaciones fijas y del material rodante, así como en la elección de materiales, se debe tener en cuenta el objetivo de limitar la producción, propagación y efectos del fuego y el humo en caso de incendio.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)

Requisito esencial 1.1.5:

*«Cualesquiera 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 previsiblemente no se ajuste a las indicaciones de los carteles informativos.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.2.4 (Acceso)
- 4.2.2.5 (Aseos)
- 4.2.4 (Frenado)
- 4.2.5.3 (Alarma de viajeros)
- 4.2.7.1 (Salidas de emergencia)
- 4.2.7.3 (Protección contra choques eléctricos)
- 4.2.7.5 (Procedimientos de elevación y rescate)
- 4.2.8 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

### 3.3.2 Fiabilidad y disponibilidad

Requisito esencial 1.2:

*«La vigilancia y mantenimiento de los elementos fijos y móviles que intervienen en la circulación de los trenes deben organizarse, llevarse a cabo y cuantificarse para que su función se siga desempeñando en las condiciones previstas.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.2.3 (Resistencia de la estructura del vehículo)
- 4.2.2.4 (Acceso)

- 4.2.3.1 (Gálibo cinemático)
- 4.2.3.3.2 (Control de estado de los cojinetes de los ejes)
- 4.2.3.4 (Comportamiento dinámico del material rodante)
- 4.2.3.9 (Coeficiente de suspensión)
- 4.2.4 (Frenado)
- 4.2.7.10 (Conceptos de supervisión y diagnóstico)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

### 3.3.3 Requisitos de salud

Requisito esencial 1.3.1:

*«Los materiales que por su modo de utilización puedan poner en peligro la salud de las personas que tengan acceso a ellos no deben utilizarse en los trenes ni en las infraestructuras ferroviarias.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 1.3.2:

*«En la elección, puesta en servicio y utilización de estos materiales se debe tener en cuenta el objetivo de limitar la emisión de humos o gases nocivos y peligrosos, especialmente en caso de incendio.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

### 3.3.4 Protección del medio ambiente

Requisito esencial 1.4.1:

*«En la concepción del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad se deben evaluar y tener en cuenta las repercusiones de su implantación y explotación sobre el medio ambiente, de conformidad con las disposiciones comunitarias vigentes.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.3.11 (Levantamiento de balasto)
- 4.2.6.2 (Carga aerodinámica del tren)
- 4.2.6.5 (Ruido exterior)
- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)
- 4.2.8 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 1.4.2:

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

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 1.4.3:

*«El material rodante y los sistemas de alimentación de energía deben concebirse y fabricarse para ser 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 satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)

### 3.3.5 Compatibilidad técnica

Requisito esencial 1.5:

*«Las características técnicas de las infraestructuras y de las instalaciones fijas deben ser compatibles entre sí y con las de los trenes que circularán por el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.»*

*En caso de que, en algunas partes de la red, resulte difícil ajustarse a dichas características, se permite la aplicación de soluciones temporales que garanticen la compatibilidad futura.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.4 (Acceso)
- 4.2.3.1 (Gálibo cinemático)
- 4.2.3.2 (Carga estática por eje)
- 4.2.3.3 (Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra)
- 4.2.3.4 (Comportamiento dinámico del material rodante)
- 4.2.3.5 (Longitud máxima de los trenes)
- 4.2.3.6 (Pendientes y rampas máximas)
- 4.2.3.7 (Radio de curva mínimo)
- 4.2.3.8 (Lubricación de las pestañas)
- 4.2.3.11 (Levantamiento de balasto)
- 4.2.4 (Frenado)
- 4.2.6.2 (Carga aerodinámica del tren)
- 4.2.6.4 (Variación máxima de la presión en túneles)
- 4.2.7.11 (Especificación particular para túneles)
- 4.2.8.3 (Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica)
- 4.2.8 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

### 3.4 **Requisitos específicos del subsistema «Material rodante»**

#### 3.4.1 Seguridad

Requisito esencial 2.4.1, apartado 1:

*«Las estructuras del material rodante y de las conexiones entre vehículos deben estar concebidas para proteger las zonas de viajeros y de conducción en caso de colisión o descarrilamiento.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.2.3 (Resistencia de la estructura del vehículo)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 2:

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

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)
- 4.2.8.3 (Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 3:

*«Las técnicas de frenado y los esfuerzos ejercidos deben ser compatibles con el diseño de las vías, estructuras de obra y sistemas de señalización.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.3.4.3 (Valores límite de esfuerzo sobre la vía)
- 4.2.4.1 (Prestaciones mínimas de frenado)
- 4.2.4.5 (Frenos de Foucault)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 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 satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.5.2 (Letreros informativos para los viajeros)
- 4.2.7.3 (Protección contra choques eléctricos)
- 4.2.8 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 5:

*«Deben existir dispositivos que, en caso de peligro, permitan a los viajeros señalarlo al conductor, y al personal de tren ponerse en contacto con él.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.5 (Información y comunicaciones a los viajeros)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 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 satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.2.4.2 (Puerta de acceso exterior)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 7:

*«Deben existir salidas de emergencia, las cuales deberán estar señalizadas.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.5.2 (Letreros informativos para los viajeros)

— 4.2.7.1 (Salidas de emergencia)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 8:

*«Deberán establecerse las disposiciones adecuadas para tener en cuenta las condiciones especiales de seguridad en los túneles de gran longitud.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.5.3 (Alarma de viajeros)

— 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)

— 4.2.7.11 (Especificación particular para túneles)

— 4.2.7.12 (Sistema de alumbrado de emergencia)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 9:

*«Será absolutamente obligatorio a bordo de los trenes un sistema de iluminación de auxilio con intensidad y autonomía suficientes.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.7.12 (Sistema de alumbrado de emergencia)

Requisito esencial 2.4.1, apartado 10:

*«Los trenes deben llevar un sistema de megafonía que permita al personal a bordo del tren y al personal de control en tierra dirigir mensajes a los viajeros.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.5 (Información y comunicaciones a los viajeros)

### 3.4.2 Fiabilidad y disponibilidad

Requisito esencial 2.4.2:

*«El diseño de los equipos fundamentales, así como el sistema de rodamiento, tracción y frenado, y también el de control y mando, debe permitir, en una situación degradada definida, la continuación del trayecto sin consecuencias adversas para los equipos que sigan funcionando.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.1.1 (Introducción)
- 4.2.1.2 (Diseño de los trenes)
- 4.2.2.2 (Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes)
- 4.2.4.1 (Prestaciones mínimas de frenado)
- 4.2.4.2 (Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno)
- 4.2.4.3 (Requisitos del sistema de frenado)
- 4.2.4.4 (Prestaciones de los frenos de servicio)
- 4.2.4.6 (Protección de un tren inmovilizado)
- 4.2.4.7 (Prestaciones de frenado en rampas o pendientes acusadas)
- 4.2.5.1 (Sistema de megafonía)
- 4.2.7.2 (Seguridad contra incendios)
- 4.2.7.10 (Conceptos de supervisión y diagnóstico)
- 4.2.7.12 (Sistema de alumbrado de emergencia)
- 4.2.8.1 (Prestaciones de tracción)
- 4.2.8.2 (Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

#### 3.4.3 Compatibilidad técnica

Requisito esencial 2.4.3, apartado 1:

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

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)
- 4.2.8.3 (Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica)

Requisito esencial 2.4.3, apartado 2:

*«Las características de los dispositivos de captación de corriente deberán permitir la circulación de los trenes con los sistemas de alimentación de energía del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.8.3 (Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica)

Requisito esencial 2.4.3, apartado 3:

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

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.2.4 (Acceso)
- 4.2.3.1 (Gálibo cinemático)
- 4.2.3.2 (Carga estática por eje)
- 4.2.3.3 (Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra)
- 4.2.3.4 (Comportamiento dinámico del material rodante)
- 4.2.3.5 (Longitud máxima de los trenes)
- 4.2.3.6 (Pendientes y rampas máximas)
- 4.2.3.7 (Radio de curva mínimo)
- 4.2.3.11 (Levantamiento de balasto)
- 4.2.4 (Frenado)
- 4.2.6 (Condiciones ambientales)
- 4.2.7.4 (Luces exteriores y bocinas)
- 4.2.7.9 (Sistema de control-mando y señalización)
- 4.2.7.11 (Especificación particular para túneles)
- 4.2.8 (Equipos de tracción y eléctricos)
- 4.2.9 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)
- 4.8 (Registros de infraestructuras y material rodante)

### 3.5 **Requisitos específicos del mantenimiento**

Requisito esencial 2.5.1 Salud:

*«Las instalaciones técnicas y los procedimientos utilizados en los centros de mantenimiento no deben suponer una amenaza para la salud de las personas.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.9 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 2.5.2 Protección del medio ambiente:

*«Las instalaciones técnicas y los procedimientos utilizados en los centros de mantenimiento no deben rebasar los niveles de molestia admisibles para el entorno.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.6.5 (Ruido exterior)
- 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)

— 4.2.9 (Puesta a punto)

— 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 2.5.3 Compatibilidad técnica:

*«Las instalaciones de mantenimiento en que se manipulen los trenes de alta velocidad deberán permitir que se lleven a cabo las operaciones de seguridad, higiene y comodidad en todos los trenes para los que se concibieron.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.9 (Puesta a punto)

— 4.2.10 (Mantenimiento)

### 3.6 Otros requisitos igualmente aplicables al subsistema «Material rodante».

#### 3.6.1 Infraestructura

Requisito esencial 2.1.1 Seguridad:

*«Se adoptarán medidas adecuadas para evitar un acceso o intrusión indeseable en las instalaciones de las líneas por las que se circule a alta velocidad.»*

*«Asimismo deben adoptarse medidas que limiten el peligro para las personas, en especial en las estaciones por las cuales los trenes pasan a alta velocidad.»*

*«Las infraestructuras a las que tiene acceso el público deben concebirse y construirse de modo que se limiten los riesgos para la seguridad de las personas (estabilidad, incendio, accesos, evacuación, andenes, etc.).»*

*«Deberán establecerse las disposiciones adecuadas para tener en cuenta las condiciones especiales de seguridad en los túneles de gran longitud.»*

Este requisito esencial no es pertinente en el ámbito de la presente ETI.

#### 3.6.2 Energía

Requisito esencial 2.2.1 Seguridad:

*«El funcionamiento de las instalaciones de alimentación de energía no debe perjudicar la seguridad de los trenes de alta velocidad ni de las personas (usuarios, personal ferroviario, habitantes del entorno y otros).»*

Este requisito esencial no es pertinente en el ámbito de la presente ETI.

Requisito esencial 2.2.2 Protección del medio ambiente:

*«El funcionamiento de las instalaciones de alimentación de energía no debe afectar al medio ambiente por encima de los límites especificados.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

— 4.2.6.6 (Interferencias electromagnéticas exteriores)

— 4.2.8.3.6 (Requisitos del material rodante relacionados con los pantógrafos)

Requisito esencial 2.2.3 Compatibilidad técnica:

*«Los sistemas de alimentación de energía eléctrica utilizados en el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad deben:*

- permitir que los trenes realicen las prestaciones acordadas con sus especificaciones;
- ser compatibles con los dispositivos de captación instalados en los trenes.»

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.8.3 (Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica)

### 3.6.3 Control-mando y señalización

Requisito esencial 2.3.1 Seguridad:

*«Las instalaciones y operaciones de control y mando y de señalización que se utilicen para el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad deberán permitir una circulación de los trenes que presente el nivel de seguridad correspondiente a los objetivos fijados para la red.»*

Este requisito esencial no es pertinente en el ámbito de la presente ETI.

Requisito esencial 2.3.2 Compatibilidad técnica:

*«Todas las nuevas infraestructuras de alta velocidad y todo nuevo material rodante de alta velocidad cuya construcción o desarrollo sea posterior a la adopción de sistemas de control y mando y de señalización compatibles deberán estar adaptados a la utilización de dichos sistemas.»*

*«Los equipos de control y mando y de señalización instalados en los puestos de conducción de los trenes deberán permitir una explotación normal, en las condiciones especificadas, en todo el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.3.2 (Carga estática por eje)
- 4.2.3.3 (Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra)
- 4.2.6.6.1 (Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones)
- 4.2.7.9 (Sistema de control-mando y señalización)
- 4.2.8.3.10 (Interfaces con el sistema de control-mando y señalización)

### 3.6.4 Medio ambiente

Requisito esencial 2.6.1 Salud:

*«La explotación del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad debe ajustarse a los niveles reglamentarios en materia de contaminación acústica.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.6.5 (Ruido exterior)
- 4.2.7.6 (Ruido interior)

Requisito esencial 2.6.2 Protección del medio ambiente

*«La explotación del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad 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 no es pertinente en el ámbito de la presente ETI.

3.6.5 Explotación

Requisito esencial 2.7.1 Seguridad, apartado 1:

*«La coherencia de las normas de explotación de las redes junto con la cualificación de los conductores y del personal de tren, deben garantizar una explotación internacional en condiciones de seguridad.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en el apartado siguiente:

- 4.2.7.8 (Dispositivo de vigilancia del conductor)

Requisito esencial 2.7.1 Seguridad, apartado 2:

*«La periodicidad del mantenimiento y las operaciones, la formación y cualificación del personal que realiza este trabajo y el sistema de aseguramiento de calidad establecido en los centros de mantenimiento a los que pertenecen los operadores correspondientes deben garantizar un alto nivel de seguridad.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.9 (Puesta a punto)
- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 2.7.2. Fiabilidad y disponibilidad:

*«La periodicidad del mantenimiento y las operaciones, la formación y cualificación del personal que realiza este trabajo y el sistema de aseguramiento de calidad establecido en los centros de mantenimiento deben garantizar un alto nivel de fiabilidad y disponibilidad del sistema.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.10 (Mantenimiento)

Requisito esencial 2.7.3 Compatibilidad técnica:

*«La coherencia de las normas de explotación de las redes, junto con la cualificación de los conductores, del personal de tren y de los encargados de la gestión de la circulación, deben garantizar la eficacia de la explotación en todo el sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.»*

Este requisito esencial se satisface con las especificaciones técnicas y funcionales indicadas en los apartados siguientes:

- 4.2.10 (Mantenimiento)

## 3.7

**Elementos del subsistema «Material rodante» relacionados con los requisitos esenciales**

Elemento del subsistema «Material Rodante»	Apartado de ref. de la ETI	Requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE				
		Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica
Generalidades	4.2.1		2.4.2			
Estructuras y partes mecánicas	4.2.2					
Diseño de los trenes	4.2.1.2		2.4.2			
Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes	4.2.2.2	1.1.1 1.1.3 1.1.5 2.4.1.1	1.2 2.4.2			
Resistencia de la estructura del vehículo	4.2.2.3	1.1.1 1.1.3 2.4.1.1	1.2			
Acceso	4.2.2.4	1.1.1 1.1.5	1.2			1.5 2.4.3.3
Puerta de acceso	4.2.2.4.2	2.4.1.6				
Aseos	4.2.2.5	1.1.5				
Cabina del conductor	4.2.2.6	1.1.1				
Parabrisas y frontal del tren	4.2.2.7	1.1.1 1.1.3				
Interacción vía y gálibo	4.2.3					
Gálibo cinemático	4.2.3.1	1.1.1	1.2			1.5 2.4.3.3
Carga estática por eje	4.2.3.2	1.1.2				1.5 2.4.3.3 2.3.2
Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra	4.2.3.3	1.1.1				1.5 2.4.3.3 2.3.2
Control de estado de los cojinetes de los ejes	4.2.3.3.2	1.1.3	1.2			
Comportamiento dinámico del material rodante	4.2.3.4	1.1.1 1.1.2	1.2			1.5 2.4.3.3
Valores límite de esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.3	1.1.3 2.4.1.3				
Juegos de ruedas	4.2.3.4.9	1.1.3				
Longitud máxima de los trenes	4.2.3.5					1.5 2.4.3.3
Pendientes y rampas máximas	4.2.3.6					1.5 2.4.3.3
Radio de curva mínimo	4.2.3.7					1.5 2.4.3.3
Lubricación de las pestañas	4.2.3.8					1.5
Coefficiente de suspensión	4.2.3.9		1.2			
Enarenado	4.2.3.10	1.1.1				

Elemento del subsistema «Material Rodante»	Apartado de ref. de la ETI	Requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE				
		Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica
Efectos aerodinámicos sobre el balasto	4.2.3.11	1.1.1			1.4.1	1.5 2.4.3.3
Frenado	4.2.4	1.1.1 1.1.3 1.1.5	1.2			1.5 2.4.3.3
Características mínimas de frenado	4.2.4.1	2.4.1.3	2.4.2			
Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno	4.2.4.2		2.4.2			
Requisitos del sistema de frenado	4.2.4.3		2.4.2			
Prestaciones de los frenos de servicio	4.2.4.4		2.4.2			
Frenos de Foucault	4.2.4.5	2.4.1.3				
Protección de un tren inmovilizado	4.2.4.6		2.4.2			
Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas	4.2.4.7		2.4.2			
Información y comunicaciones a los viajeros	4.2.5	1.1.1 2.4.1.5 2.4.1.10				
Sistema de megafonía	4.2.5.1		2.4.2			
Letreros informativos para los viajeros	4.2.5.2	2.4.1.4 2.4.1.7				
Alarma de viajeros	4.2.5.3	1.1.5 2.4.1.8				
Condiciones ambientales	4.2.6					2.4.3.3
Condiciones ambientales	4.2.6.1	1.1.3				
Cargas aerodinámicas del tren al aire libre	4.2.6.2	1.1.1			1.4.1	1.5
Viento cruzado	4.2.6.3	1.1.1 1.1.3				
Variación máxima de la presión en túneles	4.2.6.4	1.1.1 1.1.3				1.5
Ruido exterior	4.2.6.5			2.6.1	1.4.1 2.5.2	
Interferencias electromagnéticas exteriores	4.2.6.6	1.1.1 2.4.1.2			1.4.1 1.4.3 2.5.2 2.2.2	2.4.3.1
Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones	4.2.6.6.1					2.3.2
Protección del sistema	4.2.7	1.1.1				
Salidas de emergencia	4.2.7.1	1.1.5 2.4.1.7				
Seguridad contra incendios	4.2.7.2	1.1.3 1.1.4 2.4.1.8	2.4.2	1.3.2	1.4.2	
Protección contra choques eléctricos	4.2.7.3	1.1.5 2.4.1.4				

Elemento del subsistema «Material Rodante»	Apartado de ref. de la ETI	Requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE				
		Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica
Luces exteriores y bocinas	4.2.7.4					2.4.3.3
Procedimientos de elevación y rescate	4.2.7.5	1.1.5				
Ruido interior	4.2.7.6			2.6.1		
Aire acondicionado	4.2.7.7					
Dispositivo de vigilancia del conductor	4.2.7.8	2.7.1				
Sistema de control y mando	4.2.7.9	1.1.1				2.4.3.3 2.3.2
Conceptos de supervisión y diagnóstico	4.2.7.10		1.2 2.4.2			
Especificación particular para túneles	4.2.7.11	2.4.1.8				1.5 2.4.3.3
Sistema de alumbrado de emergencia	4.2.7.12	2.4.1.8 2.4.1.9	2.4.2			
Software	4.2.7.13	1.1.1				
Equipos de tracción y eléctricos	4.2.8					2.4.3.3
Requisitos de prestaciones de tracción	4.2.8.1		2.4.2			
Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción	4.2.8.2		2.4.2			
Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica	4.2.8.3	2.4.1.2			2.2.3	1.5 2.4.3.1 2.4.3.2
Pantógrafos y frotadores	4.2.8.3.6				2.2.2	
Interfaces con el sistema de control-mando y señalización	4.2.8.3.8					2.3.2
Puesta a punto	4.2.9	1.1.3 1.1.5 2.4.1.4 2.7.1		2.5.1	1.4.1 2.5.2	1.5 2.4.3.3 2.5.3
Mantenimiento	4.2.10	1.1.3 1.1.5 2.4.1.4 2.7.1	1.2 2.4.2 2.7.2	1.3.1 1.3.2 2.5.1	1.4.1 1.4.2 2.5.2	1.5 2.4.3.3 2.5.3 2.7.3
Registros de infraestructuras y material rodante	4.8					2.4.3.3

#### 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSISTEMA

##### 4.1 Introducción

El subsistema «Material rodante» se verificará con arreglo a la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE, con el objetivo de garantizar la interoperabilidad en lo que respecta a los requisitos esenciales.

Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema y sus interfaces, descritas en los apartados 4.2 y 4.3, no impondrán el uso de tecnologías o soluciones técnicas concretas, excepto cuando ello es estrictamente necesario para la interoperabilidad de la red ferroviaria transeuropea de alta velocidad. Las soluciones innovadoras, que no cumplen los requisitos especificados en la presente ETI o que no se pueden evaluar como se indica en la presente ETI, requieren nuevas especificaciones o nuevos métodos de evaluación. Para permitir la innovación tecnológica, estas especificaciones y métodos de evaluación se elaborarán mediante el procedimiento descrito en los apartados 6.1.4 y 6.2.3.

Las características comunes del material rodante se definen en el apartado 4 de la ETI. Las características especiales se consignan en el registro de material rodante (véase el anexo I de la presente ETI).

#### 4.2 **Especificación funcional y técnica del subsistema**

##### 4.2.1 Generalidades

##### 4.2.1.1 Introducción

Parámetros básicos del subsistema «Material rodante»:

- Esfuerzos máximos sobre la vía (valores límite de esfuerzo sobre la vía)
- Carga por eje
- Longitud máxima de los trenes
- Gálibo cinemático del vehículo
- Características mínimas de frenado
- Características eléctricas límite del material rodante
- Características mecánicas límite del material rodante
- Límites relacionados con el ruido exterior
- Límites relacionados con las interferencias electromagnéticas
- Límites relacionados con el ruido interior
- Límites relacionados con el aire acondicionado
- Requisitos para el transporte de personas con movilidad reducida
- Variación máxima de la presión en túneles
- Pendientes y rampas máximas
- Geometría del arco del pantógrafo
- Mantenimiento

Se cumplirán los criterios de prestaciones especificados en particular para las líneas de cada una de las categorías que conforman la red transeuropea de alta velocidad, según corresponda a la clase de tren:

- Líneas especialmente construidas para la alta velocidad.
- Líneas especialmente acondicionadas para la alta velocidad.
- Líneas especialmente acondicionadas para la alta velocidad con características específicas.

Véase el apartado 1 del anexo I de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

En relación con el subsistema «Material Rodante» estos requisitos son:

a) Prestaciones mínimas

A fin de circular por la red transeuropea de alta velocidad en condiciones que permitan a los trenes incorporarse sin problemas al tráfico general, todo el material rodante de alta velocidad deberá garantizar prestaciones mínimas de tracción y frenado. Los trenes tendrán suficiente capacidad en reserva activa y en nivel sustitutorio para asegurar que se mantengan estas prestaciones o que se degraden tan sólo ligeramente si se averían sistemas o módulos que contribuyan a estos procesos (como el equipo de tracción que va del pantógrafo a los ejes o los equipos de frenado electromecánicos). Estos márgenes y redundancias se definen con detalle en las características descritas en los apartados 4.2.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.5.1, 4.2.4.7, 4.2.7.2, 4.2.7.12, 4.2.8.1 y 4.2.8.2.

En lo que respecta a las averías que afectan a la seguridad de los equipos o funciones del material rodante que se describen en la presente ETI, o a la sobrecarga de viajeros, el responsable del material rodante o la empresa ferroviaria definirán las normas de explotación relacionadas con cada uno de los modos degradados razonablemente previsibles, con pleno conocimiento de las consecuencias definidas por el fabricante. Las normas de explotación forman parte del sistema de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria y no es preciso que sean verificadas por un organismo notificado. Con este fin, el fabricante describirá en un documento los modos degradados razonablemente previsibles y los correspondientes límites aceptables y condiciones de explotación que puedan aplicarse al subsistema de material rodante. Este documento se integrará en el expediente técnico descrito en el apartado 4 del anexo VI de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE y se tendrán en cuenta en las normas de explotación.

b) Máxima velocidad de servicio de los trenes

De conformidad con el apartado 3 del artículo 5 y con el anexo I de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE, los trenes podrán alcanzar una velocidad máxima en servicio de:

- al menos 250 km/h, en el caso de los trenes clase 1;
- al menos 190 km/h, pero menos de 250 km/h, en el caso de los trenes clase 2.

La velocidad de servicio es la velocidad nominal a la que se prevé que circulen los trenes en su servicio diario por los tramos adecuados.

En todos los casos, el material rodante podrá circular a su velocidad máxima (si lo permite la infraestructura) con márgenes de aceleración suficientes (tal como se especifica en los apartados siguientes).

4.2.1.2 Diseño de los trenes

a) La presente ETI se aplica tanto a las ramas como a los vehículos individuales, pero siempre evaluados en formaciones definidas de vehículos motorizados y no motorizados.

b) Se admiten las siguientes configuraciones para ambas clases de trenes:

- trenes articulados y no articulados,
- trenes con o sin sistemas de inclinación,
- trenes de uno o dos pisos.

c) Los trenes clase 1 serán ramas autopropulsadas y deberán disponer de una cabina de conducción en cada extremo y ser capaces de funcionamiento bidireccional y de alcanzar las prestaciones establecidas en la presente ETI. A fin de que el tren disponga de la capacidad necesaria para las necesidades de cada momento, se admite la circulación de ramas acopladas. Los trenes formados por dos o más ramas cumplirán las especificaciones y prestaciones establecidas en la presente ETI. No es obligatorio que trenes diseñados por distintos fabricantes o pertenecientes a diferentes empresas ferroviarias puedan prestar servicio en ramas acopladas.

- d) Los trenes clase 2 serán ramas o trenes de formación variable con o sin capacidad bidireccional. Deberán ser capaces de alcanzar las prestaciones establecidas en la presente ETI. A fin de que el tren disponga de la capacidad necesaria para las necesidades de cada momento, se admite la circulación de los trenes clase 2 en ramas acopladas o la incorporación de vehículos en el caso de trenes con locomotoras y vagones, cuando permanezcan en formaciones definidas. Los trenes formados por dos o más ramas cumplirán las especificaciones y prestaciones establecidas en la presente ETI. No es obligatorio que trenes diseñados por distintos fabricantes o pertenecientes a diferentes empresas ferroviarias puedan prestar servicio en ramas acopladas en condiciones normales.
- e) A fin de que el tren disponga de la capacidad necesaria para las necesidades de cada momento, se admite la circulación de trenes clase 1 y clase 2 en ramas acopladas. Los trenes formados por dos o más ramas cumplirán las especificaciones y prestaciones establecidas en la presente ETI. No es obligatorio que trenes diseñados por distintos fabricantes o pertenecientes a diferentes empresas ferroviarias puedan prestar servicio en ramas acopladas.
- f) Para ambas clases de trenes, ya sea en la evaluación de una rama o de un vehículo individual en una o varias formaciones, la parte solicitante de la evaluación definirá con claridad las formaciones para las que dicha evaluación será válida y lo indicará con claridad en el certificado de verificación «CE» del examen de tipo o de diseño. No es admisible la evaluación de un vehículo individual si no se hace referencia a una formación específica. La definición de cada formación incluirá la denominación de tipo, el número de vehículos y las características de los mismos que están sujetas a la ETI (y relacionadas en el registro de material rodante).
- g) Las características de cada vehículo de un tren serán tales que el tren cumpla los requisitos de la presente ETI. Algunos requisitos pueden ser objeto de evaluación en un vehículo individual y otras han de evaluarse en referencia a una formación definida con arreglo al apartado 6 de cada requisito.
- h) Las formaciones para las que tiene validez cada evaluación se definirán con claridad en el certificado de verificación «CE» del examen de tipo o de diseño.

### Definiciones

- 1) Una **rama** es una formación fija que sólo puede reconfigurarse en el taller, si es que es posible.
- 2) Las **unidades EMU/DMU (Electric/Diesel Multiple Unit)** son ramas formadas por unidades acopladas, eléctricas o diésel, donde todos los vehículos pueden transportar una carga útil.

La tracción y otros equipos suelen ir montados bajo el chasis, aunque no siempre.

- 3) Un **vehículo motor** es un vehículo de tracción de una rama con una sola cabina de conducción en un extremo, que no es capaz de transportar una carga útil.
- 4) Una **locomotora** es un vehículo de tracción que no puede transportar una carga útil y es capaz de desacoplarse de un tren en condiciones normales de servicio y circular independientemente.
- 5) Un **coche** o **vagón** es un vehículo desprovisto de tracción integrado en una formación fija o variable, capaz de transportar una carga útil. Está permitido equipar un coche o vagón con una cabina de conducción. En tal caso, recibe el nombre de coche conductor.
- 6) Un **tren** es una formación en condiciones de servicio, que consta de uno o varios vehículos o ramas.
- 7) **Formación definida**, véase el apartado 4.2.1.2.f.

#### 4.2.2 Estructuras y partes mecánicas

##### 4.2.2.1 Generalidades

Este apartado trata de los requisitos aplicables a los medios de acoplamiento, estructuras de los vehículos, acceso, aseos, cabinas de conducción, parabrisas y diseño de los testeros delanteros del tren.

- 4.2.2.2 Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes
- 4.2.2.2.1 Requisitos del subsistema
- a) Los trenes clase 1 irán equipados en cada extremo del tren con el acoplamiento automático de tope central definido en el apartado 4.2.2.2.1. Su finalidad es que, en caso de avería, estos trenes puedan ser rescatados por otro tren clase 1.
- b) Los trenes clase 2 irán equipados en cada extremo:
- con un acoplador automático de tope central como el definido en el apartado 4.2.2.2.1,
  - con órganos de choque y tracción conformes con lo dispuesto en el apartado 4.2.2.2.2,
  - o con un adaptador permanente que cumpla los requisitos
    - del apartado 4.2.2.2.1
    - o apartado 4.2.2.2.2.
- c) Todos los trenes equipados con acoplamientos automáticos de tope central que cumplan los requisitos del apartado 4.2.2.2.1 dispondrán a bordo de un enganche de remolcado como el definido en el apartado 4.2.2.2.3. Su finalidad es que, en caso de avería, estos trenes puedan ser rescatados o recuperados por unidades de tracción u otros trenes equipados con órganos de choque y tracción conformes con lo dispuesto en el apartado 4.2.2.2.2.
- d) Es obligatorio adoptar medidas para el rescate de trenes clase 1 y 2 en caso de avería, exclusivamente por medio de una unidad de tracción u otro tren equipado con enganches acopladores automáticos de tope central que cumplan los requisitos del apartado 4.2.2.2.1 o con órganos de choque y tracción que se ajusten a lo dispuesto en el apartado 4.2.2.2.2.
- e) Los requisitos aplicables a los equipos neumáticos de freno de los trenes de alta velocidad para el remolcado en caso de rescate de emergencia están especificados en el apartado 4.2.4.8. y en el apartado K.2.2.2 del anexo K.
- 4.2.2.2.2 Requisitos de los componentes de interoperabilidad
- 4.2.2.2.2.1 Acoplador automático de tope central
- Los acopladores automáticos de tope central serán geométrica y funcionalmente compatibles con el «acoplador automático de tope central con sistema de enganche tipo 10» (también conocido como sistema «Scharfenberg» indicado en el apartado K.1 del anexo K.
- 4.2.2.2.2.2 Órganos de choque y tracción
- Los órganos de choque y tracción cumplirán lo dispuesto en el apartado 4.2.2.1.2 de la ETI «Vagones de mercancías del material rodante ferroviario convencional» del año 2005.
- 4.2.2.2.2.3 Enganche de remolcado para recuperación y rescate
- Los enganches de remolcado para recuperación y rescate cumplirán los requisitos del apartado K.2 del anexo K.
- 4.2.2.3 Resistencia de la estructura del vehículo
- 4.2.2.3.1 Descripción general
- La caja de los vehículos deberá tener una resistencia estática y dinámica que garantice la seguridad requerida para los ocupantes.
- El sistema de seguridad ferroviaria incorpora seguridad activa y pasiva.
- Seguridad activa: Sistemas que reducen la probabilidad de que ocurra un accidente o limitan la gravedad del mismo.
  - Seguridad pasiva: Sistemas que reducen las consecuencias de un accidente, en caso de ocurrir.

Los sistemas de seguridad pasiva no se utilizarán para compensar la posible falta de seguridad activa en la red ferroviaria, sino que serán complementarios a los sistemas de seguridad activa para ofrecer seguridad adicional al personal cuando hayan fallado todas las demás medidas.

#### 4.2.2.3.2 Principios (requisitos funcionales)

En caso de producirse una colisión frontal como la descrita en los escenarios siguientes, la estructura mecánica de los vehículos:

- limitará la deceleración;
- mantendrá un espacio de supervivencia así como la integridad estructural de las áreas ocupadas;
- reducirá el riesgo de descarrilamiento;
- reducirá el riesgo de encaballamiento,

La deformación será controlada, a fin de absorber, como mínimo, la energía de los escenarios teóricos de colisión. La deformación será progresiva, sin inestabilidades o fallos generales y se producirá únicamente en las zonas de colapso establecidas. Las zonas de colapso pueden ser:

- piezas de deformación reversible e irreversible de los órganos de choque y acoplamiento;
- dispositivos no estructurales;
- zonas de contracción en la caja del vehículo;
- o cualquier combinación de las anteriores.

Las zonas de contracción estarán situadas en áreas no ocupadas, próximas a los extremos de cada vehículo, delante de la cabina y en los pasillos intercircularción o, si esto no es posible, en las áreas contiguas de ocupación temporal (por ejemplo, aseos o vestíbulos) o en las cabinas. No puede haber zonas de contracción en las áreas de asiento para viajeros, inclusive las equipadas con asientos abatibles.

#### 4.2.2.3.3 Especificaciones (casos sencillos de carga y escenarios teóricos de colisión)

- a) Los elementos estructurales de la armadura de cada vehículo deberán poder soportar, como mínimo, las cargas estáticas longitudinales y verticales correspondientes a la categoría P II de la norma EN 12663:2000.
- b) Se tendrán en cuenta cuatro escenarios de colisión:
  - un impacto frontal entre dos trenes idénticos;
  - un impacto frontal con un vehículo equipado con topes laterales;
  - un impacto con un camión en un paso a nivel;
  - un impacto contra un obstáculo de escasa altura.

Los detalles de estos escenarios y los criterios correspondientes se encuentran en el anexo A.

#### 4.2.2.4 Acceso

##### 4.2.2.4.1 Estribos para los viajeros

Se especifican con detalle en los apartados 4.2.2.12.1, 4.2.2.12.2 y 4.2.2.12.3 de la ETI «Accesibilidad para personas de movilidad reducida».

## 4.2.2.4.2 Puertas de acceso exterior

## 4.2.2.4.2.1 Puertas de acceso para los viajeros

Se aplicarán también las disposiciones correspondientes del apartado 4.2.2.4 de la ETI «Accesibilidad para personas de movilidad reducida».

## a) Terminología utilizada:

- una «puerta cerrada» es una puerta que se mantiene cerrada exclusivamente por su propio mecanismo de cierre;
- una «puerta bloqueada» es una puerta que se mantiene cerrada por medio de un dispositivo mecánico de bloqueo;
- una «puerta bloqueada fuera de servicio» está cerrada e inmovilizada por medio de un dispositivo mecánico activado por un miembro de la dotación del tren.

## b) Accionamiento de las puertas:

El dispositivo de bloqueo de las puertas de accionamiento manual de uso público podrá accionarse con la palma de la mano, ejerciendo una fuerza no superior a 20 newtons.

La fuerza necesaria para abrir o cerrar una puerta manual no será superior a:

Si se instalan pulsadores para el accionamiento automático de las puertas, la fuerza necesaria para accionar cada pulsador no será superior a 15 newtons y el pulsador (o la parte de alrededor) se iluminará cuando esté activado.

## c) Cierre de las puertas:

El dispositivo de mando de las puertas permitirá a los miembros de la dotación (el conductor o el cobrador) cerrar y bloquear las puertas antes de que salga el tren.

Cuando el bloqueo de puertas sea controlado por el personal y se active desde una puerta, será admisible que esta puerta permanezca abierta mientras se cierran las demás. El personal podrá cerrar y bloquear esta puerta después. Esta puerta se cerrará automáticamente cuando el tren alcance los 5 km/h, momento en el que se iniciará el bloqueo.

Las puertas se mantendrán cerradas y bloqueadas hasta que un miembro de la dotación las libere.

Si se corta la energía de los mandos de cierre de las puertas, éstas se mantendrán bloqueadas por el mecanismo de cierre.

Antes de que las puertas comiencen a cerrarse, se activará una alarma acústica.

## d) Información disponible para la dotación del tren:

Un dispositivo adecuado indicará al conductor o al personal de dotación que todas las puertas (salvo la puerta bajo control local) están cerradas y bloqueadas.

El conductor o los miembros de la dotación del tren recibirán una indicación apropiada de los posibles fallos en el cierre de las puertas.

No se tendrán en cuenta las «puertas bloqueada fuera de servicio».

## e) Bloqueo de una puerta fuera de servicio:

Se instalará un dispositivo manual que permita al personal de dotación bloquear una puerta fuera de servicio. Esta acción será posible tanto desde dentro como desde fuera del tren.

Una vez bloqueada la puerta fuera de servicio, ya no la tendrán en cuenta los mandos de las puertas o los sistemas de supervisión de a bordo.

- f) Liberación de apertura de puertas: La dotación del tren dispondrá de mandos que permitan liberar las puertas por separado en cada lado, de modo que puedan ser abiertas por los viajeros cuando se detenga el tren.
- g) Mando de apertura de puertas: Los viajeros deberán poder acceder a un mando o dispositivo de apertura normal tanto desde el exterior como desde el interior del vehículo.

Cada puerta dispondrá de uno de los siguientes sistemas, que serán aceptables por igual para todos los Estados miembros:

- un dispositivo individual de apertura interior de emergencia, accesible para los viajeros, que permita abrir la puerta únicamente a velocidades inferiores a 10 km/h,
- o
- un dispositivo individual de apertura interior de emergencia, accesible para los viajeros, que permita abrir la puerta con independencia de la señal de velocidad. Este dispositivo entrará en funcionamiento después de al menos dos accionamientos seguidos.

Este dispositivo no afectará a una «puerta bloqueada fuera de servicio». En tal caso, primero se desbloqueará la puerta.

Cada puerta estará provista de un dispositivo individual de apertura exterior de emergencia, accesible para el personal de rescate, que permita abrir la puerta por razones de emergencia. Este dispositivo no afectará a una «puerta bloqueada fuera de servicio». En tal situación de emergencia, primero se desbloqueará la puerta.

- h) El número de puertas y sus medidas permitirá la evacuación completa, en el plazo de tres minutos, de todos los viajeros sin sus equipajes, cuando el tren se haya parado junto a un andén. Está permitido contemplar que los viajeros de movilidad reducida deban ser asistidos por otros viajeros o por el personal y que los usuarios en silla de ruedas sean evacuados sin la silla. La verificación de este requisito se hará por medio de una prueba física con la carga normal definida en el apartado 4.2.3.2 y en condiciones normales de servicio.
- i) Las puertas llevarán lunas transparentes para que los viajeros puedan ver el andén.

#### 4.2.2.4.2.2 Puertas de acceso para las mercancías y la dotación del tren

El dispositivo de mando permitirá al conductor o al personal de dotación cerrar y bloquear las puertas antes de que salga el tren.

Las puertas se mantendrán cerradas y bloqueadas hasta que el personal de dotación las libere.

#### 4.2.2.5 Aseos

En los trenes de viajeros, se instalarán a bordo retretes de retención estancos. La cisterna puede utilizar descargas de agua limpia o técnicas de recirculación.

Si no se va a utilizar agua limpia, se indicarán las características del medio limpiador en el registro de material rodante.

#### 4.2.2.6 Cabina del conductor

- a) Entrada y salida

Se podrá acceder a la cabina por ambos lados del tren desde los andenes definidos en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006 y desde una altura 200 mm por debajo de la parte superior del carril en una vía de apartadero.

Este acceso puede ser directo desde el exterior o a través de un compartimento adyacente en la parte trasera de la cabina.

La dotación del tren podrá evitar que personas no autorizadas accedan a la cabina.

## b) Visibilidad exterior

Visión frontal: La cabina del conductor estará diseñada de forma que el conductor tenga una línea de visión clara y despejada que le permita ver las señales fijas colocadas a izquierda y derecha de la vía desde su posición normal, sentado en el asiento del conductor, según se define en las figuras B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5 del anexo B, cuando el tren se encuentre sobre una vía recta y nivelada, con las señales en los lugares definidos en el anexo B, medidas desde la superficie de acoplamiento o del plano del tope (lo que sea aplicable). No es necesario contemplar la conducción de pie.

Visión lateral: El conductor dispondrá de una venta o panel que podrá abrirse lo suficiente para que el conductor saque la cabeza por la abertura, a cada lado de la cabina. No es obligatorio disponer de equipamiento adicional de visión lateral y trasera.

## c) Asientos:

El asiento principal disponible para el conductor se diseñará de manera que le permita realizar todas las funciones de conducción normales mientras permanece sentado. Los requisitos relacionados con la salud, la seguridad y la ergonomía se mantienen como cuestión pendiente.

Además, se instalará un segundo asiento que ofrezca visión frontal a un posible ayudante. Los requisitos de visibilidad exterior indicados en la sección b) no se aplican a esta posición.

## d) Distribución interior:

No habrá obstrucciones en el interior de la cabina que limiten la libertad de movimientos del personal. No se permiten estribos en el suelo de la cabina, sólo entre la cabina y compartimientos contiguos o puertas exteriores. La distribución interior tendrá en cuenta las medidas antropométricas del conductor, establecidas en el anexo B.

## 4.2.2.7 Parabrisas y frontal del tren

Los parabrisas de las cabinas de conducción:

- a) Serán de una calidad óptica que se ajuste a las características siguientes: Las lunas de seguridad utilizadas en las ventanas delanteras y las lunetas térmicas (ventanas calentadas para evitar la formación de escarcha) que puedan incorporar las cabinas de conducción no deberán alterar el color de las señales y su calidad deberá ser tal que la luna, aunque sufra perforaciones o esté rayada, permanezca en su sitio y ofrezca al personal protección y visibilidad suficiente para que el tren pueda proseguir viaje. Estos requisitos están descritos en el apartado J.1 del anexo J.
- b) Estarán provistos de dispositivos anticongelantes y antivaho y medios de limpieza exterior.
- c) Serán capaces de resistir los impactos de proyectiles especificados en el apartado J.2.1. del anexo J y de resistir el cuarteamiento especificado en el apartado J.2.2 del anexo J.

El testero delantero del tren podrá resistir el mismo impacto que el parabrisas, a fin de proteger a las personas que viajen en el vehículo delantero.

La cara interna del parabrisas llevará soportes a lo largo de los cantos para limitar intrusiones en caso de accidente.

## 4.2.2.8 Medios de almacenamiento para uso del personal

En el interior o en las proximidades de las cabinas de conducción y cuando el tren esté equipado con un compartimiento de servicio independiente, se dispondrá de medios adecuados para el almacenamiento de la ropa y los equipos que deben acompañar al personal.

## 4.2.2.9 Estribos exteriores para uso del personal de maniobra

Cuando un tren

- esté provisto de acopladores UIC,
- sea de composición variable,
- y requiera estribos exteriores para uso del personal de maniobra,

dichos estribos se ajustarán a los requisitos del apartado 4.2.2.2 de la ETI «Vagones de mercancías de material rodante ferroviario convencional».

## 4.2.3 Interacción vía y gálibo

## 4.2.3.1 Gálibo cinemático

El material rodante cumplirá uno de los gálidos cinemáticos definidos en el anexo C de la ETI «Vagones de mercancías de material rodante ferroviario convencional» del año 2005.

El gálibo del pantógrafo cumplirá lo dispuesto en el punto 5.2 de la norma prEN 50367:2006.

El certificado de verificación «CE» del examen de tipo o de diseño del material rodante y el registro de material rodante indicarán el gálibo evaluado.

## 4.2.3.2 Carga estática por eje

La carga estática nominal por eje ( $P_o$ ) sobre la vía cumplirá los siguientes requisitos, a fin de limitar las fuerzas ejercidas por el tren sobre la vía. Las mediciones se efectuarán en las siguientes condiciones normales de carga: con la carga útil normal, la dotación del tren, todos los materiales necesarios para el servicio (como lubricantes, refrigerantes, equipamiento para alimentación, medio limpiador para la cisterna de los retretes, etc.) y dos terceras partes de consumibles (por ejemplo, combustible, arena, alimentos, etc.).

Se aplicará la siguiente definición de carga útil normal, en función del tipo de vehículo o del área de que se trate:

- Áreas de asiento para viajeros, incluidos los asientos de los coches-restaurante: número de asientos multiplicado por 80 kg (los taburetes (altos y bajos) y los elementos de apoyo no están clasificados como asientos).
- Áreas de ocupación temporal (como vestíbulos, pasillos o aseos): no se tendrá en cuenta ninguna carga útil de viajeros.
- Otros compartimientos no accesibles a los viajeros que contengan equipajes o mercancías: máxima carga útil en servicio comercial.

Los diferentes tipos de vehículos se definen en el apartado 4.2.1.2.

La carga estática nominal por eje  $P_o$  será la especificada en la tabla 1 (1 tonelada (t) = 1 000 kg).

Tabla 1

**Carga estática por eje**

	Velocidad máxima de servicio V [km/h]				
	190≤V≤200	200<V≤230	230<V<250	V =250	V>250
Clase 1				≤ 18 t	≤ 17 t
Clase 2 Locomotoras y vehículos motores	≤ 22,5 t		≤ 18 t	n. a.	n. a.
Clase 2 Unidades acopladas	≤ 20 t	≤ 18 t		n. a.	n. a.
Clase 2 Coches arrastrados por locomotora	≤ 18 t			n. a.	n. a.

La carga estática máxima total de los ejes del tren (masa total del tren) no será superior a:

(la suma de todas las cargas estáticas nominales de los ejes del tren) x 1,02

La masa total del tren no será superior a 1 000 t.

La carga estática máxima individual de un eje no será superior a:

(la carga estática nominal individual del eje) x 1,04

La diferencia de carga estática por rueda entre ruedas del mismo bogie o mecanismo de rodadura no será superior al 6 % de la carga media por rueda de ese bogie o mecanismo de rodadura. Está permitido centrar la caja del coche con respecto a los ejes longitudinales de los bogies antes de iniciar el proceso de pesaje.

La carga estática individual por eje no será inferior a 5 t. Este valor cumple el requisito especificado en los apartados 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

4.2.3.3 Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra

4.2.3.3.1 Resistencia eléctrica

Para garantizar el funcionamiento de los circuitos de vía, la resistencia eléctrica de cada juego de ruedas, medida de una llanta a otra, cumplirá los requisitos del apartado 3.5 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

Si se trata de ruedas independientes (ruedas paralelas a izquierda y derecha que giran de forma independiente), será necesario conectar eléctricamente el par de ruedas de modo que se cumplan los valores mencionados.

4.2.3.3.2 Control de estado de los cojinetes de los ejes

4.2.3.3.2.1 Trenes clase 1

El control de estado de los cojinetes de las ruedas de los trenes clase 1 se llevará a cabo por medio de equipos de detección de a bordo.

Estos equipos deberán ser capaces de detectar el deterioro del estado de los cojinetes de las ruedas, ya sea controlando la temperatura, las frecuencias dinámicas o alguna otra característica adecuada del estado de los cojinetes de las ruedas. Estos equipos generarán una necesidad de mantenimiento, que indicará la necesidad de adoptar restricciones de servicio cuando sea necesario, en función del deterioro de los cojinetes de las ruedas.

El sistema de detección estará, en su totalidad, instalado a bordo y los mensajes de diagnóstico se comunicarán al conductor.

La especificación y el método de evaluación de los equipos de detección de a bordo se mantienen como cuestión pendiente.

Para evitar que los trenes clase 1 disparen una alarma incorrecta de los equipos de detección de cajas de grasas calientes (DCC) desde tierra, los trenes clase 1 no llevarán ningún componente (salvo las cajas de grasa), ni pieza alguna en los vehículos, ni mercancías que puedan generar en el área de detección, definida en el apartado 4.2.3.3.2.3, calor suficiente para disparar una alarma. En el caso de que exista tal posibilidad, el componente, pieza del vehículo o mercancía que pueda disparar una alarma se protegerá de forma permanente de los equipos DCC de tierra.

Se admite que las cajas de grasa de los trenes clase 1, por acuerdo mutuo entre la empresa ferroviaria y los administradores de todas las infraestructuras por cuyas líneas deban circular dichos trenes, dispongan de conexión con los equipos DCC de tierra, además de con los equipos de detección de a bordo, siempre que se cumplan todos los requisitos del apartado 4.2.3.3.2.3. Como alternativa, se admite que, por acuerdo mutuo entre la empresa ferroviaria y el administrador de la infraestructura, se identifiquen estos trenes por medio de sistemas de identificación de trenes y se utilice la información DCC según lo acordado.

En el caso de los vehículos con ruedas de giro independiente, cuando no sea posible inhibir las falsas alarmas por medio del número de identificación del tren, se dará prioridad al sistema de detección de a bordo, siempre que se controlen los cojinetes de todas las ruedas. El registro de material rodante indicará si las cajas de grasas que puedan generar una alarma están o no resguardadas de forma permanente de los equipos DCC de tierra.

## 4.2.3.3.2.2 Trenes clase 2

No es obligatorio equipar los trenes clase 2 con sistemas de detección de a bordo, a menos que no sea posible detectar sus cajas de grasas calientes con los sistemas de detección de tierra definidos en la ETI «Controlmando y señalización» de 2006, anexo A, apéndice 2.

Cuando un tren clase 2 esté equipado con sistema de detección de a bordo para controlar el estado de los cojinetes de las ruedas, se aplicarán los requisitos del apartado 4.2.3.3.2.1.

En los trenes clase 2 que no estén provistos de equipos de a bordo para el control de estado de los cojinetes de las ruedas, este control deberá poder llevarse a cabo por medio de los equipos de detección de cajas de grasas calientes (DCC) desde tierra, a fin de detectar aumentos de temperatura anómalos en los cojinetes de las ruedas, y se cumplirán los requisitos de conexión con el vehículo establecidos en el apartado 4.2.3.3.2.3.

## 4.2.3.3.2.3 Detección de cajas de grasas calientes para trenes clase 2

## 4.2.3.3.2.3.1 Generalidades

La superficie mínima de un vehículo que ha de permanecer despejada para la observación y medición de temperatura de la caja de grasas por los equipos DCC de tierra, conocida como el área de detección (AD), cumplirá los requisitos establecidos en los apartados 4.2.3.3.2.3.3 y 4.2.3.3.2.3.4.

## 4.2.3.3.2.3.2 Requisitos funcionales del vehículo

La caja de grasa del vehículo se diseñará de forma que la diferencia de temperatura entre la zona de carga del cojinete y el área de detección no supere los 20 °C cuando se evalúa con los métodos definidos en el anexo 6 de la norma EN 12082:1998, Prueba de prestaciones en el banco de ensayo.

En los trenes clase 2, se aplicarán como mínimo 3 niveles de disparo de alarma en el área de detección de la caja de grasa ( $T_{\text{axle box}}$ ), medidos por los equipos DCC de tierra:

- a) Alarma caliente:  $T_{\text{axle box}}$  cuestión pendiente °C
- b) Alarma muy caliente:  $T_{\text{axle box}}$  cuestión pendiente °C
- c) Alarma diferencial (diferencia entre la temperatura de los cojinetes izquierdo y derecho de un juego de ruedas =  $\Delta T_{\text{diff}}$ ):  $\Delta T_{\text{diff}}$  cuestión pendiente °C

Como alternativa a este requisito de niveles de disparo de alarma, se admite que, por acuerdo mutuo entre el administrador de la infraestructura y la empresa ferroviaria, se identifiquen los trenes por medio del sistema de identificación de trenes y se utilicen los niveles de alarma específicos que se acuerden, diferentes de los niveles antes mencionados. Los niveles de alarma específicos se indicarán en el registro de material rodante.

## 4.2.3.3.2.3.3 Medidas transversales y altura sobre el nivel del carril del área de detección

En relación con el material rodante que vaya a utilizarse en vías de 1 435 mm de ancho, el área de detección en la parte inferior de la caja de grasa que habrá de permanecer despejada para permitir la observación por un equipo DCC de tierra ocupará una longitud ininterrumpida mínima de 50 mm dentro de una distancia transversal mínima desde el centro del juego de ruedas de 1 040 mm y una distancia transversal máxima desde el centro del juego de ruedas de 1 120 mm a una altura sobre la parte superior del carril de entre 260 mm y 500 mm.

## 4.2.3.3.2.3.4 Dimensión longitudinal del área de detección

La dimensión longitudinal de la parte inferior de la caja de grasa que habrá de permanecer despejada para permitir la observación por un equipo DCC de tierra (véase la figura 1):

- estará centrada en el eje longitudinal del juego de ruedas,
- tendrá una longitud mínima  $L_{\text{min}}$  (mm) = 130 mm en los trenes clase 1, cuando se utilicen, y
- tendrá una longitud mínima  $L_{\text{min}}$  (mm) = 100 mm en los trenes clase 2.

## 4.2.3.3.2.3.5 Criterios límite fuera del área de detección

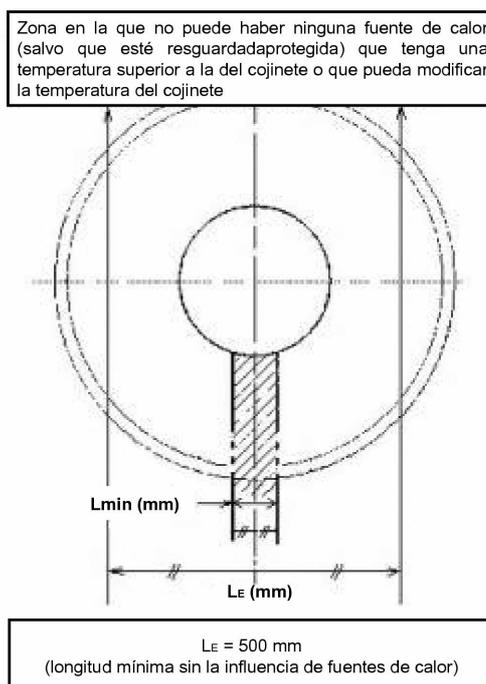
Para evitar la activación no deseada de los equipos DCC de tierra, en el plano vertical y en una dimensión longitudinal mínima de  $L_E$  mm (= 500 mm) centrada en el eje longitudinal del juego de ruedas:

- a) Ningún componente, pieza de vehículo o mercancía que tenga una temperatura superior a la de la caja de grasa (por ejemplo, carga caliente o escapes de motor) se situará en el límite longitudinal de  $L_E$  mm y a una distancia inferior a 10 mm del borde exterior de los límites transversales del área de detección (descrita en el apartado 4.2.3.3.2.3.3), a menos que esté resguardada de la observación del DCC de tierra.
- b) Ningún componente, pieza de vehículo o mercancía que pueda calentar un componente o pieza que se encuentre en el límite longitudinal de  $L_E$  mm y en los límites transversales del área de detección hasta una temperatura superior a la de la caja del juego de ruedas (por ejemplo, un escape de motor) se situará a una distancia inferior a 100 mm del borde exterior de los límites transversales del área de detección (descrita en el apartado 4.2.3.3.2.3.3), a menos que esté resguardado de manera que se impida que caliente alguna pieza en esa zona.

## 4.2.3.3.2.3.6 Emisividad

A fin de obtener la máxima emisividad de la superficie del área de detección observada y limitar la radiación parásita de la caja de grasa, se diseñarán las superficies inferiores de la caja de grasa y sus inmediaciones con un acabado mate y se pintarán con un color oscuro y mate. La pintura utilizada deberá ajustarse a la especificación del 5 % de reflexión especular máxima en su nuevo estado (definido en el punto 3.1 de la norma EN ISO 2813:1999) y ser adecuada para las superficies de la caja de grasas a las que se ha de aplicar.

Figura 1



#### 4.2.3.4 Comportamiento dinámico del material rodante

##### 4.2.3.4.1 Generalidades

El comportamiento dinámico de un vehículo tiene una fuerte influencia sobre la seguridad contra el descarrilamiento y los esfuerzos sobre la vía. El comportamiento dinámico del vehículo se determina principalmente mediante:

- la velocidad máxima
- la máxima insuficiencia de peralte teórica para el material rodante
- los parámetros de contacto entre rueda y carril (perfil de la rueda y del carril, gálibo de la vía)
- la masa y la inercia de la carrocería del vagón, los bogies y los juegos de ruedas
- las características de suspensión de los vehículos
- las irregularidades de la vía

A fin de garantizar la seguridad contra el descarrilamiento y la seguridad en circulación, además de evitar el sobreesfuerzo de la vía, se llevará a cabo una prueba de aceptación de los vehículos:

- de nuevo desarrollo,
- que hayan sufrido modificaciones importantes en su diseño, las cuales puedan afectar a la seguridad contra el descarrilamiento, la seguridad en circulación o los esfuerzos sobre la vía
- o
- que hayan sufrido modificaciones importantes en su diseño, las cuales puedan afectar a la seguridad contra el descarrilamiento, la seguridad en circulación o los esfuerzos sobre la vía.

Las pruebas de aceptación referentes a la seguridad contra el descarrilamiento, la seguridad en circulación y los esfuerzos sobre la vía se realizarán con arreglo a los requisitos correspondientes de la norma EN 14363:2005. Se evaluarán los parámetros descritos en los apartados 4.2.3.4.2 y 4.2.3.4.3 que siguen a continuación (aplicando el método normal o simplificado que permite la norma EN 14363:2005 en su punto 5.2.2). La norma EN 14363:2005 contiene más detalles sobre estos parámetros.

La norma EN 14363 tiene en cuenta el actual estado de la tecnología. Sin embargo, los requisitos no siempre pueden cumplirse en los ámbitos siguientes:

- Calidad geométrica de la vía
- Combinaciones de velocidad, curvatura e insuficiencia de peralte

Estos requisitos siguen siendo cuestiones pendientes en esta ETI.

Las pruebas se realizarán en varias condiciones de velocidad, insuficiencia de peralte, la calidad de la vía y el radio de curva, según corresponda a la aplicación del vehículo.

La calidad geométrica de la vía para las pruebas será representativa de los itinerarios de servicio y se incluirá en el informe de las pruebas. Se utilizará la metodología del anexo C de la norma EN 14363, tomando como orientación los valores QN1 y QN2 especificados. Sin embargo, éstos no representan la gama de valores de calidad geométrica que podrían darse.

Algunos aspectos de la norma EN 14363 tampoco son coherentes con los requisitos de la ETI «Material rodante ferroviario de alta velocidad»:

- Geometría de contacto
- Condiciones de carga

De acuerdo con la norma EN 14363:2005, se admiten desviaciones de los requisitos estipulados en este apartado 4.2.3.4 cuando puedan aportarse evidencias de que la seguridad es equivalente a la que se obtiene con el cumplimiento de dichos requisitos.

#### 4.2.3.4.2 Valores límite para la seguridad en circulación

La norma EN 14363:2005 (puntos 4.1.3, 5.5.1, 5.5.2 y los apartados correspondientes de los puntos 5.3.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 y 5.6) contiene definiciones del contenido de frecuencia, métodos de medición y condiciones para los parámetros especificados en los puntos a), b) y c) siguientes.

##### a) Esfuerzos transversales sobre la vía:

El material rodante cumplirá los criterios de PRUD'HOMME para el esfuerzo máximo transversal  $\Sigma Y$ , que se define de la forma siguiente:

$$(\Sigma Y)_{\max, \lim} = 10 + \frac{P_0}{3} \text{ kN},$$

donde  $\Sigma Y$  es la suma de los esfuerzos de guiado de un juego de ruedas y  $P_0$  es la carga estática sobre el eje en kN, según se define en el apartado 4.2.3.2. El resultado de esta fórmula define el límite de adherencia rueda/carril entre la traviesa y el balasto bajo el efecto de los esfuerzos dinámicos transversales.

##### b) Cociente de los esfuerzos transversales y verticales de una rueda en condiciones normales de servicio (para un radio de curva $R \geq 250$ m):

La relación entre los esfuerzos transversales y verticales ( $Y/Q$ ) de una rueda no superará el límite de

$$(Y/Q)_{\lim} = 0,8$$

donde  $Y$  es el esfuerzo de guiado lateral que ejerce la rueda sobre el carril, medido en un marco de referencia basado en el juego de ruedas, y  $Q$  es el esfuerzo vertical de la rueda sobre el carril, medido en el mismo marco de referencia.

##### c) Cociente de los esfuerzos transversales y verticales de una rueda sobre una vía desnivelada (para un radio de curva $R < 250$ m).

$$(Y/Q)_{\lim} = \frac{\tan \gamma - 0,36}{1 + 0,36 \tan \gamma}.$$

con el ángulo de la pestaña  $\gamma$ .

Nota:

Si el ángulo de la pestaña  $\gamma$  es de 70 grados, el valor límite  $(Y/Q)_{\lim} = 1,2$ .

Este límite caracteriza la capacidad del material rodante para circular sobre vía en desnivel.

##### d) Criterio de inestabilidad

Definición: En vías rectas o en curvas de gran radio, un juego de ruedas funciona de manera inestable si el desplazamiento lateral periódico del juego de ruedas agota la holgura entre las pestañas de las ruedas y la esquina del gálibo de los raíles. En movimiento inestable, este desplazamiento lateral se produce en varios ciclos y depende en gran medida de:

— la velocidad

y

- la conicidad equivalente (definida en el apartado 4.2.3.4.6) cuando proceda (véase el apartado 4.2.3.4.10);

y provoca vibraciones laterales excesivas.

- d1) El valor rms de la suma de los esfuerzos de guiado que se utilice en la prueba de aceptación no superará el límite de

$$\Sigma Y_{\text{rms,lim}} = \Sigma Y_{\text{max,lim}}/2$$

donde  $\Sigma Y_{\text{max,lim}}$  se define en el punto a) de este apartado.

Este límite caracteriza la capacidad del material rodante para circular de manera estable.

(rms = media cuadrática)

- d2) Los criterios de activación de una alarma de inestabilidad de a bordo:

- se ajustarán a los requisitos de los puntos 5.3.2.2 y 5.5.2 de la norma EN 14363:2005 relativos al método simplificado de medición de la aceleración, o
- indicarán la inestabilidad caracterizada por una oscilación lateral mantenida (más de 10 ciclos) que genera aceleraciones de la armadura del bogie sobre el eje longitudinal del juego de ruedas superiores a 0,8 g de valor pico, con una frecuencia de 3 a 9 Hz.

#### 4.2.3.4.3 Valores límite de esfuerzo sobre la vía

El contenido de frecuencia, los métodos de medición y las condiciones aplicables a los parámetros especificados en los puntos a), b) y c) siguientes se definen en la norma EN 14363:2005 (puntos 5.5.1, 5.5.2 y los apartados correspondientes de los puntos 5.3.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 y 5.6).

- a) Carga dinámica vertical de las ruedas

El esfuerzo vertical máximo que ejercen las ruedas sobre los raíles (carga dinámica de las ruedas, Q) no será superior al valor indicado en la tabla 2 para la gama de velocidades del vehículo:

Tabla 2

#### Carga dinámica de las ruedas

V (km/h)	Q (kN)
190 < V ≤ 250	180
250 < V ≤ 300	170
V > 300	160

- b) Esfuerzos longitudinales

A fin de limitar los esfuerzos longitudinales ejercidos sobre la vía por el material rodante, la aceleración o desaceleración máxima será inferior a 2,5 m/s<sup>2</sup>.

Los sistemas de frenado que disipan la energía cinética mediante el calentamiento del carril no crearán esfuerzos de frenado superiores a:

Caso 1: 360 kN por tren en frenado de emergencia.

Caso 2: En los demás casos de frenado, como el frenado de reducción de velocidad en servicio normal, frenado de parada no repetitivo o frenado repetitivo de control de velocidad, el administrador de la infraestructura definirá, para cada línea afectada, el uso de estos frenos y el valor de esfuerzo máximo admisible. Las posibles limitaciones del esfuerzo de frenado definidas en el apartado 4.2.4.5 se justificarán y publicarán en el registro de infraestructuras y se tendrán en cuenta en las normas de explotación.

- c) Esfuerzo de guiado cuasiestático  $Y_{qst}$

La limitación del esfuerzo de guiado cuasiestático  $Y_{qst}$  tiene por finalidad evitar el excesivo desgaste de los carriles en las curvas.

Se aplicarán las normas nacionales (véase el anexo L).

- d) Esfuerzo cuasiestático de las ruedas  $Q_{qst}$

A fin de limitar los esfuerzos verticales en las curvas en insuficiencia y exceso de peralte, el esfuerzo vertical cuasiestático de las ruedas será inferior a

$$Q_{qst,lim} = 145 \text{ kN.}$$

#### 4.2.3.4.4 Contacto rueda/carril

El contacto rueda-carril es fundamental para la seguridad contra el descarrilamiento y para explicar el comportamiento dinámico de un vehículo ferroviario en circulación. El perfil de la rueda cumplirá los siguientes requisitos:

- a) El ángulo de la pestaña (véase anexo M) es de al menos 67 grados.
- b) El ángulo de conicidad (véase anexo M) es de 3,7 a 8,5 grados (del 6,5 % al 15 %).
- c) La conicidad equivalente está en los límites establecidos en los apartados 4.2.3.4.6 a 4.2.3.4.8.

#### 4.2.3.4.5 Diseño para la estabilidad del vehículo

Los vehículos se diseñarán para que sean estables en la vía, en cumplimiento de los requisitos de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006 a la máxima velocidad teórica del vehículo más un 10 %. La circulación inestable se define en la letra d) del apartado 4.2.3.4.2.

El material rodante diseñado para velocidades superiores se mantendrá estable cuando circule por líneas diseñadas para velocidades inferiores. Por ejemplo, el material rodante diseñado para velocidades superiores a 250 km/h se mantendrá estable cuando circule por líneas diseñadas para velocidades del orden de 200 km/h o menos.

Se especificará y se certificará la gama de valores de velocidad y conicidad de estabilidad teórica del vehículo y se indicará en el registro de material rodante.

Si la estabilidad depende del uso de dispositivos que no sean a prueba de fallos, se instalará una alarma de inestabilidad a bordo de los trenes que puedan superar los 220 km/h. La detección de inestabilidad se basará en las medidas de aceleración tomadas en la armadura del bogie. Esta alarma indicará al conductor que reduzca la velocidad en caso de inestabilidad. Los criterios de activación de esta alarma serán los definidos en el apartado 4.2.3.4.2. d2.

#### 4.2.3.4.6 Definición de conicidad equivalente

La conicidad equivalente es la tangente del ángulo de conicidad de un eje montado con un juego de ruedas conifcadas cuyo desplazamiento lateral tenga la misma longitud de onda cinemática que el eje dado sobre vías rectas y curvas de gran radio.

Los valores límite de conicidad equivalente citados en las tablas siguientes se calcularán para la amplitud ( $y$ ) del desplazamiento lateral del eje montado,

$$\begin{aligned} & \text{— } y = 3 \text{ mm,} && \text{si } (TG - SR) \geq 7 \text{ mm} \\ & \text{— } y = \left( \frac{(TG - SR) - 1}{2} \right), && \text{si } 5 \text{ mm} \leq (TG - SR) < 7 \text{ mm} \\ & \text{— } y = 2 \text{ mm,} && \text{si } (TG - SR) < 7 \text{ mm} \end{aligned}$$

donde TG es el ancho de vía y SR es la distancia entre las caras activas del eje montado.

## 4.2.3.4.7 Valores teóricos de los perfiles de las ruedas

Se seleccionarán los perfiles de las ruedas y la distancia entre las caras activas de las mismas (dimensión SR en el anexo M) de forma que, en una modelización en la que el eje montado diseñado pase por la muestra representativa de condiciones de pruebas de la vía especificadas en la tabla 3 (simuladas mediante cálculo), no se superen los límites de conicidad equivalente establecidos en la tabla 4.

Tabla 3

**Valores límite teóricos de conicidad equivalente**

Velocidad máxima de servicio del vehículo (km/h)	Valores límite de conicidad equivalente	Condiciones de pruebas (ver tabla 4)
≥ 190 y ≤ 230	0,25	1, 2, 3, 4, 5 y 6
> 230 y ≤ 280	0,20	1, 2, 3, 4, 5 y 6
> 280 y ≤ 300	0,10	1, 2, 3, 5 y 6
> 300	0,10	1 y 3

Tabla 4

**Modelización de las condiciones de la vía para la prueba de conicidad equivalente**

Condición de pruebas n°	Perfil de la cabeza de carril	Inclinación del carril	Ancho de vía
1	Tramo de carril 60 E 1 definido en la norma EN 13674-1:2003	1 en 20	1 435 mm
2	Tramo de carril 60 E 1 definido en la norma EN 13674-1:2003	1 en 40	1 435 mm
3	Tramo de carril 60 E 1 definido en la norma EN 13674-1:2003	1 en 20	1 437 mm
4	Tramo de carril 60 E 1 definido en la norma EN 13674-1:2003	1 en 40	1 437 mm
5	Tramo de carril 60 E 2 definido en el anexo F de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006	1 en 40	1 435 mm
6	Tramo de carril 60 E 2 definido en el anexo F de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006	1 en 40	1 437 mm

Se considera que los juegos de ruedas con perfiles S1002 o GV 1/40 sin desgastar, según la definición de la norma prEN 13715:2006, con una separación de las caras activas de entre 1 420 mm y 1 426 mm, cumplen los requisitos de este apartado.

Nota: Los valores teóricos de conicidad de los perfiles de los carriles se indican en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006. Esos valores son diferentes de los valores aquí indicados para los perfiles de las ruedas. La diferencia es intencionada y se deriva de la elección de los perfiles de rueda y carril utilizados como referencia en la evaluación.

## 4.2.3.4.8 Valores de conicidad equivalente en servicio

La evaluación de este apartado es responsabilidad del Estado miembro donde se explota el material rodante. Este punto está excluido de la evaluación realizada por el organismo notificado.

El plan de mantenimiento recogerá los procedimientos utilizados por la empresa ferroviaria para mantener los ejes montados y los perfiles de las ruedas en buen estado. Dichos procedimientos tendrán en cuenta los valores de conicidad para los que se haya certificado el vehículo (véase el apartado 4.2.3.4.5).

El trabajo de mantenimiento ha de ser tal que se garantice (de forma directa o indirecta) que la conicidad equivalente permanecerá dentro de los límites aprobados para el vehículo en una modelización en la que el eje montado pase por la muestra representativa de condiciones de pruebas de vía especificadas en las tablas 4 y 5 (simuladas mediante cálculo).

Tabla 5

**Condiciones de pruebas de la vía simuladas para los valores de conicidad equivalente en servicio**

Velocidad máxima de servicio del vehículo (km/h)	Condiciones de pruebas (ver tabla 4)
$\geq 190$ y $\leq 200$	1, 2, 3, 4, 5 y 6
$> 200$ y $\leq 230$	1, 2, 3, 4, 5 y 6
$> 230$ y $\leq 250$	1, 2, 3, 4, 5 y 6
$> 250$ y $\leq 280$	1, 2, 3, 4, 5 y 6
$> 280$ y $\leq 300$	1, 3, 5 y 6
$> 300$	1 y 3

En los casos en que se realiza un diseño novedoso de los bogies o del vehículo, o cuando un vehículo conocido entra en servicio en un itinerario que tiene características relevantes diferentes, no suele conocerse la evolución del desgaste del perfil de las ruedas y, por lo tanto, tampoco la variación de la conicidad equivalente. En esta situación, se propondrá un plan de mantenimiento provisional. La validez del plan se confirmará mediante un control del perfil de la rueda y de la conicidad equivalente en servicio. En esta labor de control se contemplará un número representativo de juegos de ruedas y se tendrá en cuenta la variación entre juegos en diferentes posiciones del vehículo y entre diferentes tipos de vehículos de la rama.

Si se observa inestabilidad durante la circulación, la empresa ferroviaria modelizará los perfiles medidos y las distancias entre las caras activas de las ruedas (dimensión SR en el anexo M) sobre la muestra representativa de condiciones de pruebas de la vía especificadas en las tablas 4 y 5, a fin de comprobar el cumplimiento de la conicidad equivalente máxima de estabilidad teórica y certificada.

Si los juegos de ruedas cumplen la conicidad equivalente máxima de estabilidad teórica y certificada del vehículo, la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006 obliga al administrador de las infraestructuras a comprobar que la vía cumple los requisitos establecidos en dicha ETI.

Si tanto el vehículo como la vía cumplen los requisitos de las ETI aplicables, la empresa ferroviaria y el administrador de la infraestructura realizarán una investigación conjunta para determinar el motivo de la inestabilidad.

4.2.3.4.9 Juegos de ruedas

4.2.3.4.9.1 Juegos de ruedas

a) Medidas geométricas

Las dimensiones máximas y mínimas de los juegos de ruedas para el ancho de vía normal (1 435 mm) figuran en el anexo M.

b) Requisitos relacionados con el subsistema de control-mando y señalización

Los requisitos relacionados con la resistencia eléctrica de los juegos de ruedas relacionados con el subsistema de control-mando y señalización se especifican en el apartado 4.2.3.3.1.

4.2.3.4.9.2 Ruedas componentes de interoperabilidad

a) Medidas geométricas

Las dimensiones máximas y mínimas de las ruedas para el ancho de vía normal (1 435 mm) figuran en el anexo M.

b) Características de los criterios de desgaste

A fin de que se adecuen a los materiales utilizados en la fabricación del carril (con arreglo a la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006), en la fabricación de las ruedas se utilizarán materiales que se ajusten a las siguientes definiciones:

- En toda la zona de desgaste de las llantas, los valores de dureza Brinell (HB) deberán ser iguales o superiores a 245.
- Si el espesor de la zona de desgaste es superior a 35 mm, el valor de 245 HB deberá mantenerse hasta una profundidad de 35 mm bajo la superficie de apoyo.
- El valor de dureza en la superficie de contacto entre el plato y la llanta de la rueda deberá ser al menos 10 puntos inferior al medido en la máxima profundidad de desgaste.

c) Requisitos relacionados con el subsistema de control-mando y señalización

Los requisitos relacionados con la geometría y el material de fabricación de las ruedas que afectan al subsistema de control-mando y señalización se especifican en el apartado 4.2.7.9.3.

4.2.3.4.10 Requisitos específicos para vehículos con ruedas de giro independiente

Los vehículos equipados con ruedas de giro independiente tendrán las siguientes características:

- a) suspensiones y bogies cuyo diseño garantice un comportamiento estable del eje o bogie en curva;
- b) un método para centrar el eje en la vía cuando se circule por una vía recta;
- c) ruedas de dimensiones ajustadas a los requisitos establecidos en el anexo M de la presente ETI.

Los requisitos de conicidad equivalente (apartados 4.2.3.4.6 a 4.2.3.4.8) no se aplican a los vehículos equipados con ruedas independientes y, por lo tanto, los perfiles de ruedas que no cumplan estos requisitos podrán utilizarse en vehículos con ruedas independientes.

El resto de requisitos de comportamiento dinámico (apartados 4.2.3.4.1 a 4.2.3.4.4 (b)) que afectan a los vehículos con juegos de ruedas sí se aplican a los vehículos equipados con ruedas independientes.

4.2.3.4.11 Detección de descarrilamientos

Se instalarán sistemas de detección de descarrilamiento en los trenes clase 1 de nueva construcción, cuando se haya establecido su especificación de interoperabilidad y estén disponibles en el mercado.

Mientras no esté disponible la especificación de interoperabilidad de los sistemas de detección de descarrilamiento, la instalación de estos sistemas no será obligatoria.

4.2.3.5 Longitud máxima de los trenes

Los trenes no superarán los 400 m de longitud. A fin de mejorar la penetración aerodinámica de las partes delantera y trasera del tren, será admisible una tolerancia del 1 %.

Para garantizar al máximo el acceso a la red transeuropea de alta velocidad, la longitud máxima de los trenes será compatible con la longitud útil del andén que se especifica en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006.

4.2.3.6 Pendientes y rampas máximas

Los trenes serán capaces de arrancar, circular y parar en las rampas y pendientes máximas en todas las líneas para las que estén diseñados y en las que previsiblemente hayan de prestar servicio.

Esta disposición tiene especial importancia para los requisitos sobre prestaciones especificados en la presente ETI.

Las rampas y pendientes máximas de cada línea se definen en el registro de infraestructuras. Las rampas y pendientes máximas permitidas se establecen en los apartados 4.2.5 y 7.3.1 de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006.

#### 4.2.3.7 Radio de curva mínimo

Este parámetro tiene relación con el subsistema de infraestructuras de alta velocidad en cuanto que las curvaturas mínimas que hay que tener en cuenta vienen definidas en parte para las vías de alta velocidad (en función de la insuficiencia de peralte) y en parte para las vías de apartadero. Se hará referencia al apartado 2.2 del registro de infraestructuras y a los apartados 4.2.6 y 4.2.24.3 de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006.

#### 4.2.3.8 Lubricación de las pestañas

Para proteger los carriles y las ruedas contra un desgaste excesivo, sobre todo en las curvas, los trenes irán equipados con un sistema de lubricación de las pestañas. Este sistema se instalará, como mínimo, en un eje próximo al testero delantero del tren.

Después de dicha lubricación, la superficie de contacto entre la banda de rodadura y el carril no quedará contaminada.

#### 4.2.3.9 Coeficiente de suspensión

Siempre que un vehículo estacionario se sitúa sobre una vía peraltada cuyo plano de rodadura forma un ángulo  $\delta$  con la horizontal, su caja se apoya sobre la suspensión y forma un ángulo  $\eta$  con la perpendicular al nivel del carril. El coeficiente de suspensión del vehículo viene definido por la relación:

$$s = \frac{\eta}{\delta}$$

Este parámetro influye en la envolvente de inscripción en curva de un vehículo. El coeficiente de suspensión  $s$  de los vehículos equipados con pantógrafos será inferior a 0,25. Se admite que los trenes pendulares no cumplan este requisito, siempre que vayan equipados con dispositivos de compensación del pantógrafo.

#### 4.2.3.10 Enarenado

Se dispondrá de aparatos de enarenado para mejorar las prestaciones de frenado y tracción. La cantidad de arena distribuida a lo largo del carril viene especificada en el apartado 4.1.1 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006. El número máximo de dispositivos de enarenado activos viene definido en el apartado 4.1.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006. El material rodante dispondrá de medios para permitir la interrupción del enarenado:

- dentro de las zonas de cambio de agujas
- con el tren detenido, salvo durante la puesta en marcha y las pruebas de los dispositivos de enarenado
- durante el frenado a menos de 20 km/h

#### 4.2.3.11 Levantamiento de balasto

Esta cuestión permanece pendiente.

### 4.2.4 Frenos

#### 4.2.4.1 Características mínimas de frenado

- a) Los trenes incorporarán un sistema de control de freno con uno o varios niveles de deceleración. Los niveles de comportamiento prescritos, que definen la capacidad mínima de frenado, se indican en las tablas 6 y 7. Se demostrará a plena satisfacción el cumplimiento de estos niveles de prestaciones y la seguridad de funcionamiento del sistema de frenado.
- b) Es importante observar que los valores de la tabla 6 son los adecuados para el material rodante y no se interpretará que son los valores absolutos para definir las curvas de frenado que necesita el subsistema de control-mando y señalización.

- c) Prestaciones: los trenes serán capaces de conseguir las deceleraciones medias mínimas correspondientes a la gama de velocidades que se indica a continuación.

Tabla 6

**Características mínimas de frenado**

Modo de frenado	t <sub>e</sub> [s]	Deceleración media mínima medida entre el final de t <sub>e</sub> y la velocidad objetivo [m/s <sub>e</sub> ]			
		350-300 (km/h)	300-230 (km/h)	230-170 (km/h)	170-0 (km/h)
Caso A: Frenado de emergencia con determinados equipos aislados.	3	0,75	0,9	1,05	1,2
Caso B: Frenado de emergencia con determinados equipos aislados y condiciones climáticas desfavorables.	3	0,60	0,7	0,8	0,9

te [s] = Tiempo equivalente de aplicación. la suma del período de retardo y la mitad del tiempo de generación del esfuerzo de frenado, donde el tiempo de frenado se define como el tiempo necesario para alcanzar el 95 % del esfuerzo de frenado demandado.

## Caso A

- Vía nivelada y carga normal del tren según se define en el apartado 4.2.3.2 sobre carriles secos <sup>(1)</sup>

y el peor modo de funcionamiento degradado definido a continuación:

- una unidad de freno dinámico, que pueda funcionar independientemente del resto de unidades de freno dinámico, se desactiva si es independiente del hilo de contacto, o bien todas las unidades del freno dinámico se desactivan si dependen de la tensión del hilo de contacto;
- o un módulo independiente del sistema de freno, que disipa la energía cinética mediante el calentamiento de los carriles, queda fuera de servicio, si este sistema es independiente del freno dinámico.

## Caso B

Igual que el caso A y además

- se desactiva una válvula distribuidora o dispositivo equivalente de control autosoportado que actúa sobre el freno de fricción desde uno o dos bogies portantes,

y

- adherencia rueda-carril reducida,

y

- coeficiente de fricción entre la pastilla y el disco de freno reducido por la humedad.

En el anexo P se describe el proceso de evaluación completo.

Nota 1: En las infraestructuras ya existentes, los administradores de las mismas podrán definir requisitos adicionales, como consecuencia del empleo de diferentes sistemas de control y señalización de la clase B en su parte de las redes transeuropeas de alta velocidad (ver registro de infraestructuras), como por ejemplo sistemas adicionales de frenado o velocidades de servicio reducidas para determinadas distancias de frenado.

Nota 2: Las condiciones de frenado de servicio normal se definen en el apartado 4.2.4.4.

<sup>(1)</sup> Cuando no sea posible la carga, se admitirán métodos alternativos, como la simulación mediante el aislamiento de unidades de freno adicionales, siempre que no introduzcan errores significativos en el procedimiento.

- d) Distancias de parada: La distancia de parada «S», calculada en función de las deceleraciones mínimas anteriormente establecidas, queda definida mediante la siguiente fórmula:

$$S = V_0 x_{t_e} + \frac{V_0^2 - V_1^2}{2ab_1} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2ab_2} + \dots + \frac{V_n^2}{2ab_{n+1}}$$

donde:

$V_0$  = velocidad inicial (m/s)

$V_0 \dots V_n$  = velocidad indicada en la tabla 6 (m/s)

$ab_1 \dots ab_{n+1}$  = deceleración especificada en la banda de velocidades considerada (m/s<sup>2</sup>)

$t_e$  = Tiempo equivalente de aplicación (s)

Por ejemplo, a partir de los datos de la tabla 6, se indican en la tabla 7 las distancias de parada que deben cumplirse a partir de determinadas velocidades:

Tabla 7

**Distancia máxima de parada**

Modo de frenado	$t_e$ [s]	Las distancias de frenado no deben ser superiores a [m]			
		350-0 (km/h)	300-0 (km/h)	250-0 (km/h)	200-0 (km/h)
Caso A: Frenado de emergencia con determinados equipos aislados.	3	5 360	3 650	2 430	1 500
Caso B: Frenado de emergencia con determinados equipos aislados y condiciones climáticas desfavorables.	3	6 820	4 690	3 130	1 940

- e) Condiciones suplementarias:

Para los casos A y B, cuando se considera el frenado de emergencia:

La aportación de los frenos electrodinámicos sólo se incluirá en el cálculo de las prestaciones definidas si

- su funcionamiento es independiente de la presencia de tensión en la catenaria o
- si está permitido por el Estado miembro.

Es admisible incluir la aportación de los sistemas de frenado que disipan la energía cinética mediante el calentamiento de los carriles en las prestaciones de frenado de emergencia, en las condiciones definidas en el apartado 4.2.4.5.

No se emplearán frenos electromagnéticos que lleven imanes que estén en contacto con el carril a velocidades superiores a 280 km/h. Es admisible incluir la aportación de los frenos electromagnéticos con independencia de la adherencia rueda-carril en el frenado de emergencia en todas las líneas, como forma de mantener las prestaciones de frenado previstas.

#### 4.2.4.2 Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno

En el diseño del tren y en el cálculo de sus prestaciones de frenado no se asumirán valores de adherencia rueda/carril superiores a los siguientes. A velocidades inferiores a 200 km/h, la demanda máxima de coeficiente de adherencia rueda/carril durante el frenado no será superior a 0,15. A velocidades superiores a 200 km/h, la demanda máxima de coeficiente de adherencia rueda/carril se reduce linealmente hasta 0,10 a 350 km/h.

Para verificar las prestaciones de frenado se utilizará un tren en plenas condiciones de servicio y carga normal (definida en el apartado 4.2.3.2).

#### 4.2.4.3 Requisitos del sistema de frenado

Además de las necesidades señaladas en los apartados 4.2.4.1 y 4.2.4.2, el sistema de frenado demostrará que cumple los objetivos de seguridad establecidos en la Directiva 96/48/CE. Este requisito se cumple utilizando, por ejemplo, los sistemas de frenado aprobados por la UIC.

Para otros sistemas de frenado, es necesaria una demostración de que las prestaciones ofrecen al menos la misma seguridad que un sistema de frenado aprobado por la UIC.

El sistema de frenado cumplirá los requisitos siguientes.

En relación con el tren completo:

- La aplicación del freno de emergencia, por la razón que sea, cortará automáticamente la alimentación eléctrica de tracción, sin posibilidad de recuperarla mientras permanezca aplicado el freno.
- El freno de emergencia podrá aplicarse en todo momento con el conductor en su posición normal de conducción.
- Los vehículos irán equipados con dispositivos antipatinaje de ruedas para el caso de que se reduzca la adherencia entre la rueda y el carril.
- Los trenes clase 1 irán equipados con un sistema de supervisión de giro de las ruedas que avisará al conductor si se agarra un eje. El dispositivo antipatinaje de ruedas y el sistema de supervisión de giro funcionarán de forma independiente.
- Las aplicaciones del freno de emergencia a través de la válvula de freno del conductor o algún control adicional del freno de emergencia, así como a través del equipo de supervisión y control de velocidad tendrán los siguientes efectos inmediatos y simultáneos:
  - Una rápida caída de presión en la tubería de freno principal a  $\leq 2$  bar. La cabina irá equipada con una válvula de freno del conductor y un control adicional del freno de emergencia para disponer de redundancia.
  - Una interrupción del rellenado de la tubería de freno principal.

En el caso de que se trate de un tren corto de menos de 250 m de longitud y si se cumple el tiempo de aplicación equivalente  $t_c$  de 3 s como máximo cuando se aplique el freno de emergencia, no será obligatorio interrumpir el rellenado de la tubería de freno principal.

- Una aplicación del freno electroneumático, si existe.

En el caso de que se trate de un tren corto de menos de 250 m de longitud y si se cumple el tiempo de aplicación equivalente  $t_c$  de 3 s como máximo cuando se aplique el freno de emergencia, no será obligatorio controlar el freno electroneumático.

- Una aplicación del máximo esfuerzo de frenado de acuerdo con las prestaciones establecidas en el apartado 4.2.4.1.
- Un corte de tracción.
- Frenado de servicio: aplicación del máximo esfuerzo de frenado de servicio, que producirá un corte de tracción sin restauración automática de la potencia de tracción.
- El máximo esfuerzo de frenado de servicio se define como el resultante de aplicar el máximo de la gama de valores de frenado de servicio antes del frenado de emergencia.

Freno eléctrico

- La aportación de los frenos eléctricos se ajustará a los requisitos del apartado 4.2.4.1.e.
- Si las instalaciones eléctricas (las subestaciones) lo permiten, se admitirá el retorno de la energía eléctrica generada en el frenado, pero esto no hará que la tensión supere los límites definidos en el punto 4.1 de la norma EN 50163:2004.

Todos los vehículos estarán provistos de un medio de aislamiento del freno y de indicadores de estado del freno.

Además, los trenes con una velocidad máxima superior a 200 km/h dispondrán de un sistema de diagnóstico de averías (de freno).

#### 4.2.4.4 Prestaciones de los frenos de servicio

Además de lo especificado en el apartado 4.2.4.1 sobre características mínimas de frenado, los trenes cumplirán las deceleraciones medias en servicio que se definen en la tabla 8.

Tabla 8

#### Deceleración media mínima para el frenado de servicio

Modo de frenado	$t_e$	Deceleración media mínima medida entre el final de $t_e$ y la velocidad objetivo [m/s <sup>2</sup> ]			
	[s]	350-300 (km/h)	300-230 (km/h)	230-170 (km/h)	170-0 (km/h)
Frenado de servicio	2	0,30	0,35	0,6	0,6

$t_e$  [s] = Tiempo equivalente de aplicación

El tren alcanzará estas deceleraciones sobre una vía a nivel, con las configuraciones definidas en el apartado 4.2.4.1, caso A.

#### 4.2.4.5 Frenos de Foucault

En este apartado se tratan las interfaces del subsistema «Infraestructura» relacionadas con los frenos de Foucault.

Tal como se especifica en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006, este tipo de freno, que no se basa en la adherencia rueda/carril, puede utilizarse en las líneas (de nueva construcción, acondicionadas o de enlace) de la red transeuropea de alta velocidad, de la manera siguiente:

- En lo que respecta al frenado de emergencia, en todas las líneas, con excepción de las líneas de enlace específicas que se relacionan en el registro de infraestructuras.
- En lo que respecta al esfuerzo de frenado de servicio máximo o normal, en los tramos de línea donde lo permita el administrador de infraestructuras. En este caso, las condiciones de uso se publicarán en el registro de infraestructuras.

Los trenes equipados con este tipo de freno se ajustarán a las siguientes especificaciones:

- Podrán aplicarse frenos que no se basen en la adherencia rueda-carril a partir de la velocidad máxima de explotación hasta 50 km/h: ( $V_{\max} \geq V \geq 50$  km/h)
- La máxima deceleración media será inferior a 2,5 m/s<sup>2</sup> (todos los frenos utilizados deberán cumplir este valor, que está vinculado a la resistencia longitudinal de la vía).
- En el peor de los casos, es decir, con los trenes circulando en ramas acopladas que alcancen la máxima longitud admitida, el máximo esfuerzo de frenado longitudinal aplicado a la vía por el freno de Foucault será:
  - 105 kN para las aplicaciones de freno con una fuerza inferior a los 2/3 del máximo esfuerzo de frenado de servicio;
  - lineal, de entre 105 kN y 180 kN, para las aplicaciones de freno de entre 2/3 y el máximo esfuerzo de frenado de servicio;
  - 180 kN en el máximo esfuerzo de frenado de servicio;
  - 360 kN en frenado de emergencia.

Es admisible incluir la aportación de los frenos que no se basan en la adherencia rueda/carril en las prestaciones de frenado definidas en el apartado 4.2.4.1. Esto es válido a condición de que pueda demostrarse que la aplicación de este tipo de freno es segura y, en particular, que no se ve afectada por ningún fallo en un único punto.

#### 4.2.4.6 Protección de un tren inmovilizado

En caso de problemas en el suministro de aire comprimido o de avería en la alimentación eléctrica, será posible parar y retener un tren con carga normal (según se define en el apartado 4.2.3.2) en una rampa o pendiente del 35 %, aplicando únicamente el freno de fricción, aunque una válvula distribuidora esté desconectada, durante un mínimo de dos horas.

Será posible mantener estacionario un tren con carga normal durante un período ilimitado en una rampa o pendiente del 35 %. Si el freno de estacionamiento no pudiera lograrlo por sí solo, deberá disponerse a bordo de medios suplementarios de sujeción del tren.

#### 4.2.4.7 Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas

Las prestaciones térmicas del freno permitirán al tren circular sobre la rampa o pendiente máxima establecida en el apartado 4.2.5 de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006 a una velocidad equivalente como mínimo al 90 % de la velocidad máxima de servicio del tren. Estas prestaciones térmicas se utilizarán para calcular la rampa o pendiente límite en la que pueda prestar servicio el tren.

Se aplican las mismas condiciones de carga del tren, medios de frenado y estado del carril que para el caso A de frenado de emergencia, definido en los apartados 4.2.4.1 c y e. El cumplimiento de este requisito se demostrará mediante cálculo.

#### 4.2.4.8 Requisitos de freno con fines de rescate

Los requisitos que han de cumplir los equipos de freno neumático de los trenes de alta velocidad para el remolcado en caso de rescate de emergencia son los siguientes:

- 1) Tiempo de llenado del cilindro del freno a una presión máxima del 95 %: de 3 a 5 segundos; de 3 a 6 segundos con sistema de frenado de carga.
- 2) Tiempo de liberación del cilindro del freno a una presión de 0,4 bar: mínimo 5 segundos.
- 3) Disminución de la presión en la tubería del freno que se necesita para obtener la presión máxima en el cilindro del freno:  $1,5 \pm 0,1$  bar (partiendo de un valor nominal en la tubería del freno de  $5,0 \pm 0,05$  bar).
- 4) La sensibilidad del freno a pequeñas disminuciones de la presión en la tubería del freno será tal que éste no se active si la presión efectiva normal disminuye 0,3 bar en un minuto.
- 5) La sensibilidad del freno a las disminuciones de la presión en la tubería del freno será tal que éste se active en un período de 1,2 segundos si la presión efectiva normal disminuye 0,6 bar en 6 segundos.
- 6) Todos los frenos, incluido el freno de estacionamiento, tendrán un dispositivo de conexión y desconexión.
- 7) Se dispondrá de un mínimo de cinco grados de esfuerzo de frenado por variación de la presión de la tubería del freno.
- 8) Se indicará el estado de los frenos (aplicados/liberados), incluido el freno de estacionamiento.

Cuando el sistema de a bordo de frenado del tren se inicie por medios no neumáticos, la información neumática en la interfaz de acoplamiento dará unas prestaciones equivalentes a las anteriores.

#### 4.2.5 Información y comunicaciones a los viajeros

##### 4.2.5.1 Sistema de megafonía

*Se aplicarán también las disposiciones de los apartados 4.2.2.8.1 y 4.2.2.8.3 de la ETI «Accesibilidad para personas de movilidad reducida».*

Los trenes irán equipados, como mínimo, con un medio de comunicación acústica

- para que la dotación del tren se dirija a los viajeros
- para que la dotación del tren y el control de tierra se comuniquen entre sí
- para las comunicaciones internas de la dotación del tren, sobre todo entre el conductor y el personal que atiende las áreas de viajeros.

Estos equipos podrán permanecer en espera y funcionar con independencia de la fuente de alimentación principal durante al menos tres horas.

El sistema de comunicación se diseñará de tal modo que al menos la mitad de sus altavoces (distribuidos por todo el tren) sigan funcionando en caso de avería en uno de sus elementos de transmisión, o se dispondrá de otro medio para informar a los viajeros.

Aparte de la alarma de viajeros (véase el apartado 4.2.5.3), no se contemplan medidas específicas para que los viajeros se comuniquen con la dotación del tren.

##### 4.2.5.2 Letreros informativos para los viajeros

*Se aplicarán también las disposiciones del apartado 4.2.2.8.2 de la ETI «Accesibilidad para personas de movilidad reducida».*

Todos los letreros informativos para los viajeros que estén estrechamente relacionados con la seguridad utilizarán los formatos unificados recogidos en la norma ISO 3864-1:2002.

##### 4.2.5.3 Alarma de viajeros

Se instalarán dispositivos de señalización de emergencia en las áreas ocupadas por viajeros en los trenes (excluyendo vestíbulos, aseos y pasillos). Estos dispositivos se instalarán donde los viajeros puedan verlos fácilmente y alcanzarlos sin tener que pasar por una puerta interior.

El tirador de emergencia llevará un sello claramente visible.

Una vez activada la alarma, los viajeros no podrán desactivarla. Si se instala un dispositivo para indicar que la alarma ha sido activada, deberá estar marcado de la forma que se establece en el anexo Q de la presente ETI.

Se indicará el hecho de haberse accionado la señal de alarma de forma visible junto al dispositivo utilizado.

El accionamiento de la alarma:

- iniciará el frenado;
- activará una alarma visual (luz intermitente o continua) y acústica (zumbador/claxon o mensaje hablado) en la cabina del conductor;
- transmitirá un mensaje (señal acústica o visual o radiomensaje por teléfono móvil) del conductor o de un sistema automático al personal de dotación que atiende a los viajeros;
- transmitirá una indicación de aceptación, reconocible por la persona que haya activado la señal (señal acústica en el vehículo, aplicación del freno, etc.).

Los dispositivos instalados en el material rodante (la aplicación automática del freno, en particular) permitirán al conductor intervenir en el proceso de frenado, para que pueda elegir el punto de detención del tren.

Una vez parado el tren, el conductor podrá volver a arrancar lo antes posible si considera que es seguro. La activación de otras alarmas no tendrá otros efectos mientras el personal de dotación no rearme la primera.

Por último, un enlace de comunicaciones entre la cabina y la dotación del tren permitirá al conductor investigar, por iniciativa propia, las razones por las que se ha activado la señal de emergencia. Si no hay personal de dotación presente en servicio normal, los viajeros dispondrán de un dispositivo para comunicar con el conductor en caso de emergencia.

#### 4.2.6 Condiciones ambientales

##### 4.2.6.1 Condiciones ambientales

El material rodante y todos sus componentes cumplirán los requisitos de la presente ETI en las zonas climáticas T1, T2 o T3 especificadas en la norma EN 50125-1:1999, por las que está previsto que circule. Estas zonas se indicarán en el registro de material rodante.

##### 4.2.6.2 Cargas aerodinámicas del tren al aire libre

###### 4.2.6.2.1 Cargas aerodinámicas sobre los trabajadores de la vía en tierra

Un tren de longitud máxima que circule al aire libre a 300 km/h o a su velocidad máxima de servicio  $v_{tr,max}$  si es menor de 300 km/h no hará que se supere la velocidad del aire  $u_{2\sigma}$  en la vía, como se especifica en la tabla 9, a una altura de 0,2 m por encima de la parte superior del carril y a una distancia de 3,0 m del centro de la vía, durante el paso de todo el tren (incluida la estela).

En el caso de trenes de velocidad máxima superior a 300 km/h, las medidas que deberá adoptar el administrador de la infraestructura están indicadas en el apartado 4.4.3 de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad».

Tabla 9

#### Velocidad máxima admisible del aire en la vía

Velocidad máxima del tren $v_{tr,max}$ (km/h)	Velocidad máxima admisible del aire en la vía, (valores límite para $u_{2\sigma}$ (m/s))
De 190 a 249	20
De 250 a 300	22

#### Condiciones del ensayo

Las pruebas se realizarán sobre vía recta, con balasto. La distancia vertical entre la parte superior del carril y el nivel del suelo alrededor es de  $0,75 \text{ m} \pm 0,25 \text{ m}$ . El valor  $u_{2\sigma}$  es el límite superior del intervalo de confianza  $2\sigma$  de las velocidades máximas resultantes del aire generado en el plano x-y de tierra. Se obtendrá a partir de al menos 20 muestras de ensayo independientes y comparables, con una velocidad del aire ambiente igual o inferior a 2 m/s.

$u_{2\sigma}$  viene dado por:

$$u_{2\sigma} = \bar{u} + 2\sigma$$

con

$\bar{u}$  valor medio de todas las mediciones de velocidad del aire  $u_i$ ,  $i \geq 20$

$\sigma$  desviación estándar

### Evaluación de la conformidad

La conformidad se evaluará por medio de ensayos a escala completa y con las formaciones definidas en su longitud máxima.

### Especificaciones detalladas

Las mediciones se realizarán a la máxima velocidad de servicio del tren  $v_{tr,max}$  o a 300 km/h si la velocidad máxima de servicio del tren es superior a 300 km/h.

Para que el conjunto de mediciones sea válido, las condiciones de velocidad del tren  $v_{tr}$  son las siguientes:

- al menos un 50 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 5\%$  de  $v_{tr,max}$  o a 300 km/h según proceda y
- el 100 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 10\%$  de  $v_{tr,max}$  o a 300 km/h según proceda.

Cada medición  $u_{measured,i}$  se corregirá del siguiente modo:

$$u_i = u_{measured,i} * v_{tr} / v_{tr,i}$$

La vía no tendrá obstáculos, como puentes o túneles, a menos de 500 m por delante y a 100 m después de los sensores en dirección longitudinal. Se permite utilizar grupos de sensores para obtener varias mediciones independientes del paso del tren. Estos grupos se colocarán separados al menos 20 m uno de otro.

Todo el episodio de paso del tren abarcará el período de tiempo que comienza 1 segundo antes de pasar la cabeza del tren y que termina 10 segundos después de pasar la cola del tren.

La tasa de muestreo del sensor será como mínimo de 10 Hz. La señal se filtrará por medio de un filtro de media móvil de 1 segundo. La velocidad del aire ambiente se determinará en el primer sensor a una altura de 0,2 m por encima de la parte superior del carril.

La velocidad del aire ambiente es equivalente a la velocidad media del aire en el intervalo de 3 segundos que transcurre antes de que la cabeza del tren pase por el sensor de aire. La velocidad del aire ambiente debe ser inferior o igual a 2 m/s.

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de velocidad del aire, que no deberá ser superior al  $\pm 3\%$ .

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de velocidad del tren, que no deberá ser superior al  $\pm 1\%$ .

#### 4.2.6.2.2 Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén

Un tren de longitud máxima que circule al aire libre a una velocidad de referencia  $v_{tr} = 200$  km/h (o a su velocidad máxima de servicio  $v_{tr,max}$  si ésta es menor de 200 km/h) no hará que la velocidad del aire supere el valor  $u_{2\sigma} = 15,5$  m/s a una altura de 1,2 m por encima del andén y a una distancia de 3,0 m del centro de la vía, durante el paso de todo el tren (incluida la estela).

### Condiciones del ensayo

La evaluación se realizará, o bien:

- en un andén de 240 mm de altura sobre el nivel del carril o menor, si existe esta posibilidad,
- o bien el solicitante seleccionará la máxima altura del andén por el que vaya a pasar el tren utilizado en la evaluación.

La altura del andén utilizado en la evaluación se consignará en el registro del material rodante. Si la evaluación se realiza correctamente con un andén de 240 mm de altura o menor, se considerará que el tren es aceptable para todas las líneas.

El valor  $u_{2\sigma}$  es el límite superior del intervalo de confianza  $2\sigma$  de las velocidades máximas resultantes del aire generado en el plano x-y del andén. Se obtendrá a partir de al menos 20 muestras de ensayo independientes y realizadas en condiciones de ensayo similares, con una velocidad del aire ambiente igual o inferior a 2 m/s.

$u_{2\sigma}$  viene dado por:

$$u_{2\sigma} = \bar{u} + 2\sigma$$

Con

$\bar{u}$  valor medio de todas las mediciones de velocidad del aire  $u_i$ ,  $i \geq 20$

$\sigma$  desviación estándar

### Evaluación de la conformidad

La conformidad se evaluará por medio de ensayos a escala completa y con las formaciones definidas en su longitud máxima.

### Especificaciones detalladas

Las mediciones se realizarán a  $v_{tr} = 200$  km/h o a la máxima velocidad de servicio del tren,  $v_{tr,max}$ , si ésta es menor,

Para que el conjunto de mediciones sea válido, las condiciones de velocidad del tren  $v_{tr}$  son las siguientes:

- al menos un 50 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 5$  % de  $v_{tr,max}$  o a 200 km/h, según proceda y
- el 100 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 10$  % de  $v_{tr,max}$  o a 200 km/h, según proceda.

Cada medición  $u_{measured,i}$  se corregirá del siguiente modo:

$$u_i = u_{measured,i} * 200 \text{ km/h} / v_{tr,i}$$

o, para  $v_{tr,max} < 200$  km/h,

$$u_i = u_{measured,i} * v_{tr,max} / v_{tr,i}$$

El andén no tendrá obstáculos por delante y después de los sensores en la dirección longitudinal. El andén tendrá una geometría constante durante un tramo de 150 m por delante de los sensores en la dirección longitudinal y no tendrá techo, ni marquesina, ni muro posterior. Se permite utilizar varios sensores para obtener varias mediciones independientes del paso del tren. Estos sensores se colocarán separados al menos 20 m uno de otro.

Todo el episodio de paso del tren abarcará el período de tiempo que comienza 1 segundo antes de pasar la cabeza del tren y que termina 10 segundos después de pasar la cola del tren.

La tasa de muestreo del sensor será como mínimo de 10 Hz. La señal se filtrará por medio de un filtro de media móvil de 1 segundo.

Se determinará la velocidad del aire por medio del primer sensor del andén o por medio de un sensor de aire independiente, instalado 1,2 m por encima del andén. La velocidad del aire ambiente es equivalente a la velocidad media del aire en el intervalo de 3 segundos que transcurre antes de que el tren pase por el sensor de aire. La velocidad del aire ambiente debe ser inferior o igual a 2 m/s.

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de velocidad del aire, que no deberá ser superior al  $\pm 3$  %.

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de velocidad del tren, que no deberá ser superior al  $\pm 1$  %.

## 4.2.6.2.3 Cargas de presión al aire libre

Un tren de longitud máxima, que circule a una velocidad determinada (caso de referencia) al aire libre no dará lugar a que la variación de presión máxima pico a pico supere el valor  $\Delta p_{2\sigma}$  estipulado en la tabla 10 en toda la gama de alturas de 1,5 m a 3,3 m por encima de la parte superior del carril, y a una distancia de 2,5 m del centro de la vía, durante el paso de todo el tren (incluido el paso de la cabeza, los enganches y la cola). La variación de presión máxima pico a pico se indica a continuación:

Tabla 10

**Variación de presión máxima admisible al aire libre**

Tren	Velocidad del tren de referencia	Variación de presión máxima admisible $\Delta p_{2\sigma}$
Clase 1	250 km/h	795 Pa
Clase 2	A velocidad máxima	720 Pa

**Evaluación de la conformidad**

La conformidad se evaluará por medio de ensayos a escala completa y con las formaciones definidas en su longitud máxima.

**Especificaciones detalladas**

Las pruebas se realizarán sobre vía recta, con balasto. La distancia vertical entre la parte superior del carril y el nivel del suelo alrededor es de  $0,75 \text{ m} \pm 0,25 \text{ m}$ . El episodio considerado será el paso de todo un tren y abarcará el período de tiempo que comienza 1 segundo antes de pasar la cabeza del tren y que termina 10 segundos después de pasar la cola del tren.

Las mediciones se realizarán a 1,5 m, 1,8 m, 2,1 m, 2,4 m, 2,7 m, 3,0 m y 3,3 m de altura por encima de la parte superior del carril y se analizarán por separado para cada posición de medición. Para cualquier posición es necesario cumplir el requisito  $\Delta p_{2\sigma}$ .

El valor  $\Delta p_{2\sigma}$  será el límite superior de un intervalo  $2\sigma$  de  $(p_{\max} - p_{\min})$  basado al menos en 10 muestras de ensayo independientes y comparables (a una determinada altura de medición) con una velocidad del aire ambiente inferior o igual a 2 m/s.

$\Delta p_{2\sigma}$  viene dado por:

$$\Delta p_{2\sigma} = \overline{\Delta p} + 2\sigma$$

Con

$\overline{\Delta p}$  valor medio de todas las mediciones de presión pico a pico  $\Delta p_i$ ,  $i \geq 10$

$\sigma$  desviación estándar

Se permite utilizar varios sensores para obtener varias mediciones independientes del paso del tren. Estos sensores se colocarán separados al menos 20 m uno de otro.

Para que el conjunto de mediciones sea válido, las condiciones de velocidad del tren  $v_{tr}$  son las siguientes:

- al menos un 50 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 5 \%$  de la velocidad del tren de referencia y
- el 100 % de las mediciones se realizarán a una velocidad de  $\pm 10 \%$  de la velocidad del tren de referencia.

La velocidad y la dirección del viento se determinarán por medio de una estación meteorológica instalada cerca del punto de medición de la presión, a 2 m por encima de la parte superior del carril y a 4 m de distancia de la vía. La velocidad del aire ambiente será equivalente a la velocidad media del aire en el intervalo de 15 segundos que transcurre antes de que la cabeza del tren pase por el sensor de aire. La velocidad del aire ambiente será inferior o igual a 2 m/s.

Los sensores de presión utilizados serán capaces de medir la presión con una resolución mínima de 150 Hz. Todos los sensores de presión se conectarán a la abertura de presión estática de tubos Prandtl orientados en la dirección longitudinal x. Se permite utilizar un método que se demuestre equivalente.

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de presión, que no deberá ser superior al  $\pm 2\%$ .

Se determinará la incertidumbre de las mediciones de velocidad del tren, que no deberá ser superior al  $\pm 1\%$ .

La señal de presión se pasará por un filtro de paso bajo Butterworth de 6 polos y 75 Hz o equivalente. Se calculará el valor pico a pico de presión máxima  $\Delta p_{m,i}$  por cada sensor y cada pasada durante el paso de todo el tren y después se corregirá con la velocidad del tren determinada  $v_{tr}$  y la densidad estándar  $\rho_o$ . aplicando la siguiente fórmula  $\Delta p_i = \Delta p_{m,i} \cdot (v_{tr} / (v_{tr,i} + v_{w,x,i}))^2 \cdot (\rho_o / \rho_i)$

siendo

- $\Delta p_i$ : la variación de presión pico a pico corregida
- $\Delta p_{m,i}$ : la variación de presión pico a pico medida con la muestra i
- $\rho_i$ : la densidad del aire medida en el punto de ensayo con la muestra i
- $v_{w,x,i}$ : el componente de velocidad del aire medida en la dirección x con la muestra i
- $v_{tr,i}$ : la velocidad del tren medida con la muestra i
- $v_{tr}$ : la velocidad del tren determinada
- $\rho_o$ : la densidad estándar de 1,225 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.2.6.3 Viento cruzado

Se considera que un tren cumple los requisitos de viento cruzado si las curvas eólicas características (CEC: definidas en el anexo G) de su vehículo más sensible al viento son superiores o al menos equivalentes a un conjunto de curvas eólicas características de referencia (CECR).

El conjunto de CECR para evaluar la conformidad del material rodante viene indicado en las tablas 11, 12, 13 y 14 para los vehículos clase 1 cuyas curvas eólicas características (CEC) se calcularán con arreglo al método detallado en el anexo G.

Los valores límite y los métodos correspondientes para los trenes pendulares clase 1 y los vehículos clase 2 se mantienen como cuestión pendiente.

Tabla 11

**Velocidad del viento característica de referencia para el ángulo  $\beta_w=90^\circ$  (vehículo sobre vía recta con aceleración lateral sin compensación:  $a_q = 0 \text{ m/s}^2$ ).**

Velocidad del tren	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de terraplén en m/s
120 km/h	38,0	34,1
160 km/h	36,4	31,3
200 km/h	34,8	28,5
250 km/h	32,8	25,0
etapas de 50 km/h hasta $v_{tr,max}$	ver líneas siguientes	ver líneas siguientes

Velocidad máxima del tren	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de terraplén en m/s
$v_{tr,max} = 260$ km/h	32,4	24,5
$v_{tr,max} = 270$ km/h	32,0	24,0
$v_{tr,max} = 280$ km/h	31,6	23,5
$v_{tr,max} = 290$ km/h	31,2	23,0
$v_{tr,max} = 300$ km/h	30,8	22,5
$v_{tr,max} = 310$ km/h	30,4	22,0
$v_{tr,max} = 320$ km/h	30,0	21,5
$v_{tr,max} = 330$ km/h	29,6	21,0
$v_{tr,max} = 340$ km/h	29,2	20,5
$v_{tr,max} = 350$ km/h	28,8	20,0

A modo de ejemplo, se utilizará la tabla de la forma siguiente: Con trenes de 330 km/h de velocidad máxima, los valores CEC se evaluarán a las siguientes velocidades: 120 km/h, 160 km/h, 200 km/h, 250 km/h, 300 km/h y 330 km/h.

Tabla 12

**Velocidad del viento característica de referencia** para el ángulo  $\beta_w=90^\circ$  (vehículo en curva con  $a_q = 0,5$  m/s<sup>2</sup> y con  $a_q = 1,0$  m/s<sup>2</sup>).

Velocidad del tren	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s con aceleración lateral $a_q = 0,5$ m/s <sup>2</sup>	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s con aceleración lateral $a_q = 1,0$ m/s <sup>2</sup>
250 km/h	29,5	26,0
etapas de 50 km/h hasta $v_{tr,max}$	ver líneas siguientes	ver líneas siguientes
Velocidad máxima del tren	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s con aceleración lateral $a_q = 0,5$ m/s <sup>2</sup>	Velocidad del viento característica de referencia para el caso de suelo plano (sin balasto ni carriles) en m/s con aceleración lateral $a_q = 1,0$ m/s <sup>2</sup>
$v_{tr,max} = 260$ km/h	29,1	25,6
$v_{tr,max} = 270$ km/h	28,7	25,2
$v_{tr,max} = 280$ km/h	28,3	24,8
$v_{tr,max} = 290$ km/h	27,9	24,4
$v_{tr,max} = 300$ km/h	27,5	24,0
$v_{tr,max} = 310$ km/h	27,1	23,6
$v_{tr,max} = 320$ km/h	26,7	23,2
$v_{tr,max} = 330$ km/h	26,3	22,8
$v_{tr,max} = 340$ km/h	25,9	22,4
$v_{tr,max} = 350$ km/h	25,5	22,0

Tabla 13

**Velocidad del viento característica de referencia para  $v_{tr} = v_{tr,max}$   
(vehículo sobre suelo plano sin balasto ni carriles en vía recta)**

Máxima velocidad del tren contemplada	Velocidad del viento característica de referencia en m/s para el ángulo $\beta_w$							
	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
$v_{tr,max} = 250$ km/h	32,5	33,2	35,0	38,2	43,6	45	45	—
$v_{tr,max} = 260$ km/h	32,1	32,8	34,5	37,7	43,0	45	45	—
$v_{tr,max} = 270$ km/h	31,7	32,4	34,1	37,3	42,5	45	45	—
$v_{tr,max} = 280$ km/h	31,3	32,0	33,7	36,8	42,0	45	45	—
$v_{tr,max} = 290$ km/h	30,9	31,5	33,3	36,3	41,4	45	45	—
$v_{tr,max} = 300$ km/h	30,5	31,1	32,8	35,9	40,9	45	45	—
$v_{tr,max} = 310$ km/h	30,1	30,7	32,4	35,4	40,4	45	45	—
$v_{tr,max} = 320$ km/h	29,7	30,3	32,0	34,9	39,8	45	45	—
$v_{tr,max} = 330$ km/h	29,3	29,9	31,6	34,5	39,3	45	45	—
$v_{tr,max} = 340$ km/h	28,9	29,5	31,1	34,0	38,8	45	45	—
$v_{tr,max} = 350$ km/h	28,5	29,1	30,7	33,5	38,2	45	45	—

Tabla 14

**Velocidad del viento característica de referencia para  $v_{tr} = v_{tr,max}$   
(vehículo sobre terraplén de 6 m en vía recta)**

Máxima velocidad del tren contemplada	Velocidad del viento característica de referencia en m/s para el ángulo $\beta_w$							
	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
$v_{tr,max} = 250$ km/h	24,6	25,0	26,1	28,4	32,0	38,1	45	45
$v_{tr,max} = 260$ km/h	24,1	24,5	25,6	27,8	31,4	37,4	45	45
$v_{tr,max} = 270$ km/h	23,6	24,0	25,1	27,2	30,7	36,6	45	45
$v_{tr,max} = 280$ km/h	23,1	23,5	24,6	26,7	30,1	35,8	45	45
$v_{tr,max} = 290$ km/h	22,6	23,0	24,1	26,1	29,5	35,1	45	45
$v_{tr,max} = 300$ km/h	22,1	22,5	23,5	25,5	28,8	34,3	45	45
$v_{tr,max} = 310$ km/h	21,7	22,0	23,0	25,0	28,2	33,5	43,0	45
$v_{tr,max} = 320$ km/h	21,2	21,5	22,5	24,4	27,5	32,8	42,1	45
$v_{tr,max} = 330$ km/h	20,7	21,0	22,0	23,8	26,9	32,0	41,1	45
$v_{tr,max} = 340$ km/h	20,2	20,5	21,4	23,2	26,3	31,3	40,1	45
$v_{tr,max} = 350$ km/h	19,7	20,0	20,9	22,7	25,6	30,5	39,1	45

La superioridad o equivalencia a las curvas de referencia se da si todos los puntos CEC relevantes para la comparación son iguales o superiores a los correspondientes del conjunto de referencia.

#### 4.2.6.4 Variación máxima de la presión en túneles

El material rodante tendrá un diseño aerodinámico tal que, con una determinada combinación (caso de referencia) de velocidad del tren y de sección transversal del túnel, en caso de un solo paso por un túnel tubular (sin galerías, etc.) sencillo y sin inclinación, se cumpla un requisito de variación de presión característica. Estos requisitos se indican en la tabla 15.

Tabla 15

**Requisitos para un tren interoperable en una sola pasada por un túnel tubular sin inclinación**

Tipo de tren	Caso de referencia		Criterios para el caso de referencia		
	$v_{tr}$ [km/h]	$A_{tu}$ [m <sup>2</sup> ]	$\Delta p_N$ [Pa]	$\Delta p_N + \Delta p_{Fr}$ [Pa]	$\Delta p_N + \Delta p_{Fr} + \Delta p_T$ [Pa]
$v_{tr,max} < 250$ km/h	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$
$v_{tr,max} \geq 250$ km/h	250	63,0	$\leq 1\ 600$	$\leq 3\ 000$	$\leq 4\ 100$

donde  $v_{tr}$  es la velocidad del tren y  $A_{tu}$  es la sección transversal del túnel.

Se demostrará la conformidad por medio de ensayos a escala completa, realizados a la velocidad de referencia o velocidad superior en un túnel de superficie de sección transversal lo más parecida posible al caso de referencia. El paso a la situación de referencia se realizará con software de simulación validado.

Cuando se evalúe la conformidad de ramas o trenes completos, la evaluación se llevará a cabo con la máxima longitud del tren o con ramas acopladas de hasta 400 m.

La evaluación de la conformidad de locomotoras o coches conductores se llevará a cabo con dos trenes de composición arbitraria y longitud mínima de 150 m, uno con una locomotora o coche conductor en la parte delantera (para comprobar  $\Delta p_N$ ) y el otro con una locomotora o coche conductor al final (para comprobar  $\Delta p_T$ ).  $\Delta p_{Fr}$  se establece en 1250 Pa (para trenes a  $v_{tr,max} < 250$  km/h) o en 1400 Pa (para trenes a  $v_{tr,max} \geq 250$  km/h).

Cuando se vaya a evaluar la conformidad de los coches únicamente, se utilizará un tren de 400 m de longitud.  $\Delta p_N$  se establece en 1750 Pa y  $\Delta p_T$  en 700 Pa (para trenes a  $v_{tr,max} < 250$  km/h) o en 1600 Pa y 1100 Pa (para trenes a  $v_{tr,max} \geq 250$  km/h).

Para más detalles sobre la distancia  $x_p$  entre el portal de entrada y la posición de medición, sobre las definiciones de  $\Delta p_{Fr}$ ,  $\Delta p_N$  y  $\Delta p_T$ , sobre la longitud mínima del túnel y sobre la derivación de la variación de presión característica, véase la norma EN 14067-5:2006.

## 4.2.6.5 Ruido exterior

## 4.2.6.5.1 Introducción

El ruido emitido por el material rodante se subdivide en ruido estacionario, ruido de arranque y ruido de paso.

El ruido estacionario viene determinado en gran medida por los sistemas auxiliares, como los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y compresores.

El ruido de arranque combina aportaciones de componentes de tracción como los motores diesel y de los ventiladores de refrigeración, de los sistemas auxiliares y, a veces, del patinaje de las ruedas.

El ruido de paso viene determinado en gran medida por el ruido de rodadura relacionado con la interacción entre las ruedas y el carril, que depende de la velocidad del vehículo, y a mayor velocidad, por el ruido aerodinámico.

El ruido de rodadura se produce a su vez debido a la irregularidad combinada de ruedas y carriles y al comportamiento dinámico de la vía y de los juegos de ruedas.

Además del ruido de rodadura, a menor velocidad, el ruido de los sistemas auxiliares y de los equipos de tracción también es significativo.

El nivel de ruido emitido está caracterizado por:

- el nivel de presión acústica (de acuerdo con un método de medición definido, que incluye una determinada posición del micrófono);
- la velocidad del material rodante;

- la irregularidad del carril;
- el comportamiento dinámico y de radiación acústica de la vía.

El ruido estacionario se caracteriza por el siguiente conjunto de parámetros:

- el nivel de presión acústica (de acuerdo con un método de medición definido, que incluye una determinada posición del micrófono);
- las condiciones de servicio.

#### 4.2.6.5.2 Límites aplicables al ruido estacionario

Los límites aplicables al ruido estacionario se definirán a una distancia de 7,5 m de la línea central de la vía, 1,2 m por encima de la superficie superior de los carriles. Los vehículos objeto de ensayo estarán en modo de retención de servicio; es decir, la ventilación reostática desconectada y el compresor de freno neumático desconectado, el sistema de calefacción y aire acondicionado normal (no en modo de preacondicionamiento) y todos los demás equipos en condiciones normales de funcionamiento. Las condiciones de medición serán las definidas en la norma prEN ISO 3095:2005 con las desviaciones que se indican en el anexo N de la presente ETI. El parámetro del nivel de presión acústica será  $L_{pAeq,T}$ . Los valores límite de la emisión de ruido de los vehículos en las condiciones antes mencionadas figuran en el cuadro 16.

Tabla 16

**Valores límite  $L_{pAeq,T}$  aplicables al ruido estacionario del material rodante. El nivel especificado de ruido estacionario es la media energética de todos los valores medidos en los puntos de medición definidos en el anexo N.1.1 de la presente ETI.**

Vehículos	$L_{pAeq,T}$ [dB(A)]	
	Clase 1	Clase 2
Locomotoras eléctricas		75
Locomotoras diesel		75
Ramas eléctricas	68	68
Ramas diesel		73
Coches de viajeros		65

#### 4.2.6.5.3 Límites aplicables al ruido de arranque

Los límites aplicables al ruido de arranque se definirán a una distancia de 7,5 m de la línea central de la vía, 1,2 m por encima de la superficie superior de los carriles. Las condiciones de medición serán las definidas en la norma EN ISO 3095:2005 con las desviaciones que figuran en el **anexo N1.2**. El indicador de nivel acústico será  $L_{pAFmax}$ . Los valores límite aplicables al ruido de arranque de los vehículos en las condiciones antes mencionadas figuran en la tabla 17.

Tabla 17

**Valores límite  $L_{pAFmax}$  aplicables al ruido estacionario del material rodante.**

Vehículos	$L_{pAFmax}$ [dB(A)]
Locomotoras eléctricas	85
$P \geq 4\ 500$ kW en la llanta	
Locomotoras eléctricas	82
$P < 4\ 500$ kW en la llanta	
Locomotoras diesel	89
Ramas eléctricas clase 2	82
Ramas eléctricas clase 1	85
Ramas diesel	85

## 4.2.6.5.4 Límites aplicables al ruido de paso

Los límites aplicables al ruido de paso se definirán a una distancia de 25 m de la línea central de la vía, 3,5 m por encima de la superficie superior de los carriles para la velocidad del vehículo que se indica en la tabla 18. El indicador del nivel acústico continuo equivalente ponderado por A es  $L_{pAeq,Tp}$ .

Las mediciones se realizarán con arreglo a la norma EN ISO 3095:2005, con las desviaciones especificadas en el anexo N1.3 y N1.4.

El tren de pruebas tendrá la siguiente composición:

- Si se trata de una rama, la propia rama.
- Si se trata de una locomotora, la propia locomotora objeto del ensayo con cuatro coches. El ruido de paso de estos cuatro coches  $L_{pAeq,Tp}$ , medido a 7,5 m del centro de la vía, 1,2 m por encima de la parte superior del carril y a 200 km/h sobre la vía de referencia, no será superior a 92 dB (A). Alternativamente, se permite utilizar dos locomotoras del mismo tipo con 8 coches, en cualquier configuración.
- Si se trata de coches, los cuatro coches objeto del ensayo con una locomotora. El ruido de paso de la locomotora  $L_{pAeq,Tp}$ , medido a 7,5 m del centro de la vía, 1,2 m por encima de la parte superior del carril y a 200 km/h sobre la vía de referencia, no será superior a 97 dB (A). Alternativamente, se permite utilizar dos locomotoras del mismo tipo con 8 coches, en cualquier configuración.

En este apartado, estos dos últimos casos se definen con el concepto de «formación variable».

Los valores límite para la emisión de ruido del tren de pruebas completo  $L_{pAeq,Tp}$  a 25 m  $\pm$  3,5 m por encima de la parte superior del carril figuran en la tabla 18.

Tabla 18

**Valores límite  $L_{pAeq,Tp}$  aplicables al ruido de paso del material rodante**

Material rodante		Velocidad [km/h]			
		200	250	300	320
Clase 1	Rama		87 dB(A)	91 dB(A)	92 dB(A)
Clase 2	Rama o formaciones variables	88 dB(A)			

Se acepta un margen de 1 dB(A) en los valores indicados en la tabla 18.

## 4.2.6.6 Interferencias electromagnéticas exteriores

La producción y distribución de energía eléctrica a los trenes, con todas las formas de tracción, provoca interferencias de alta o baja intensidad por conducción (por ejemplo, a través de la catenaria y del carril) y por radiación electromagnética. Además, los equipos de a bordo pueden causar interferencias.

## 4.2.6.6.1 Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones:

Cuestión pendiente.

## 4.2.6.6.2 Interferencias electromagnéticas:

A fin de evitar que se degrade el correcto funcionamiento del material rodante debido a las interferencias electromagnéticas, se cumplirán los requisitos de las normas siguientes:

- EN 50121-3-1:2000 para el conjunto del subsistema de material rodante,
- EN 50121-3-2:2000 para los distintos equipos instalados a bordo susceptibles de recibir interferencias.

## 4.2.7 Protección del sistema

## 4.2.7.1 Salidas de emergencia

## 4.2.7.1.1 Salidas de emergencia para los viajeros

## A Disposición:

Las salidas de emergencia cumplirán las normas siguientes:

- La distancia entre cada asiento y una salida de emergencia será siempre inferior a 16 metros.
- Habrá un mínimo de dos salidas de emergencia en cada vehículo con capacidad para hasta 40 viajeros. Habrá tres o más salidas en cada vehículo con capacidad para más de 40 viajeros. No está permitido situar todas las salidas de emergencia exclusivamente en un lado del vehículo.
- La abertura de paso de las salidas de emergencia tendrá unas medidas mínimas de 700 x 550 mm. Se permite colocar asientos en esta zona.

## B Funcionamiento

Las puertas de acceso exteriores se utilizarán como salidas de emergencia de forma prioritaria. Si esto no es posible, se podrán utilizar los siguientes itinerarios de emergencia, ya sea por separado o combinados:

- las ventanas designadas, ya sea expulsándolas o rompiendo las lunas;
- las puertas de los compartimentos y de los pasillos, ya sea desmontándolas con rapidez o rompiendo las lunas;
- las puertas de acceso exterior, ya sea expulsándolas o rompiendo las lunas.

## C Letreros

Las salidas de emergencia deberán señalizarse con claridad a los viajeros y equipos de rescate por medio de letreros adecuados.

## D Evacuación a través de las puertas

Los trenes irán equipados con dispositivos de emergencia (estribos o escalas de emergencia) que permitan la evacuación de viajeros por las puertas de acceso cuando no los haya en el andén.

## 4.2.7.1.2 Salidas de emergencia de las cabinas de conducción

En una situación de emergencia, la evacuación de la cabina del conductor (o el acceso de los servicios de emergencia al interior del tren) se realizará normalmente a través de las puertas de acceso especificadas en el apartado 4.2.2.6.a.

Cuando las puertas no sean de acceso directo al exterior, cada cabina de conducción dispondrá de un medio adecuado de evacuación a través de las ventanas laterales o a través de las trampillas, a ambos lados de la cabina. Estas salidas de emergencia tendrán unas medidas mínimas de 500 mm por 400 mm para facilitar la liberación de personas atrapadas.

## 4.2.7.2 Seguridad contra incendios

**A los efectos de este apartado, se aplicarán las siguientes definiciones:**

**Línea de alimentación eléctrica:** Línea entre el colector de corriente o fuente de alimentación y el disyuntor principal o fusible principal del vehículo.

**Equipo del circuito de tracción:** Tanto el módulo de tracción definido en el apartado 4.2.8.1 y el equipo que alimenta el módulo de tracción desde la línea de alimentación eléctrica.

#### 4.2.7.2.1 Introducción

En este apartado se establecen requisitos para prevenir, detectar y limitar los efectos de un incendio en un tren.

Se definen dos categorías A y B, de la forma siguiente:

##### **Categoría A de seguridad contra incendios**

El material rodante de categoría A de seguridad contra incendios está diseñado y construido para prestar servicio en infraestructuras con túneles o tramos elevados de 5 km de longitud máxima. Los túneles sucesivos no se consideran un solo túnel si se cumplen los dos requisitos siguientes:

- la separación entre ambos al aire libre es superior a 500 m
- existe un medio de entrada o salida a una zona segura en el tramo abierto

##### **Categoría B de seguridad contra incendios**

El material rodante de categoría B de seguridad contra incendios está diseñado y construido para prestar servicio en todas las infraestructuras (inclusive con túneles o tramos elevados de 5 km de longitud máxima).

Con material rodante de categoría B de seguridad contra incendios, es preciso adoptar las medidas adicionales establecidas en los apartados 4.2.7.2.3.3 y 4.2.7.2.4 para aumentar las probabilidades de que el tren siga circulando en el caso de que se detecte un incendio al entrar en un túnel. Estas medidas tienen por objeto hacer posible que el tren llegue a un lugar adecuado donde parar y evacuar a los viajeros y al personal del tren a un lugar seguro.

No se aplican requisitos adicionales al material rodante en relación con túneles de más de 20 km de longitud porque estos túneles están especialmente equipados para que sean seguros para los trenes que cumplan la presente ETI. Los detalles se mantienen como cuestión pendiente en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006.

#### 4.2.7.2.2 Medidas de prevención de incendios

En la elección de los materiales y componentes se tendrán en cuenta su comportamiento en caso de incendio.

Se adoptarán medidas de prevención en el diseño para evitar que ardan los materiales.

Los requisitos de conformidad se indican en el apartado 7.1.6.

#### 4.2.7.2.3 Medidas de detección y control de incendios

##### 4.2.7.2.3.1 Detección de incendios

Las zonas de alto riesgo de incendio del material rodante se equiparán con un sistema capaz de detectar el fuego en sus inicios y que pueda poner en marcha acciones automáticas para reducir al mínimo el consiguiente riesgo para los viajeros y la dotación del tren.

Este requisito se considerará cumplido cuando se verifique la conformidad con los siguientes requisitos:

- El material rodante irá equipado con un sistema de detección de incendios capaz de detectar un fuego en sus inicios en las áreas siguientes:
  - compartimiento o armario técnico, sellado o no, que contenga la línea de alimentación eléctrica o los equipos del circuito de tracción;
  - área técnica con motor de combustión;
  - coches-cama, compartimientos dormitorio, compartimientos de personal y pasillos intercircular y sus equipos contiguos de calentamiento por combustión;

- Una vez activado el sistema de detección de un área técnica, deberán ponerse en marcha las siguientes acciones automáticas:
  - notificación al conductor del tren;
  - desconexión de la ventilación forzada y del suministro eléctrico de alta tensión y de combustible a los equipos afectados que puedan provocar el fuego;
- Una vez activado el sistema de detección de un compartimento dormitorio, deberán ponerse en marcha las siguientes acciones automáticas:
  - notificación al conductor del tren y al personal responsable del área afectada;
  - para el compartimento dormitorio, la activación de una alarma acústica local en el área afectada que sea suficiente para despertar a los viajeros.

#### 4.2.7.2.3.2 Extintor de incendios

El material rodante se equipará con un número adecuado y suficiente de extintores portátiles de agua con aditivos, con arreglo a los requisitos de la norma EN3-3:1994, EN3-6:1999 y EN3-7:2004 en los lugares adecuados.

#### 4.2.7.2.3.3 Resistencia al fuego

El material rodante de categoría B de seguridad contra incendios se equipará con barreras y tabiques contra incendios adecuados en los lugares adecuados.

Este requisito se considerará cumplido cuando se verifique la conformidad con los siguientes requisitos:

- El material rodante irá equipado con tabiques de sección transversal completa en las áreas de viajeros y personal de cada vehículo, con una separación máxima de 28 m, que cumplirán los requisitos de integridad durante un mínimo de 15 minutos (suponiendo que el fuego pueda comenzar desde cualquiera de los dos lados del tabique).
- El material rodante irá equipado con barreras contra incendios que cumplirán los requisitos de integridad y aislamiento térmico durante un mínimo de 15 minutos.
  - Entre la cabina del conductor y el compartimento posterior al mismo (suponiendo que el fuego comience en dicho compartimento).
  - Entre el motor de combustión y las áreas contiguas de viajeros o personal (suponiendo que el fuego se inicie en el motor de combustión).
  - Entre compartimentos donde haya una línea de alimentación eléctrica o equipos del circuito de tracción y las áreas de viajeros o personal (suponiendo que el incendio se inicie en la línea de alimentación eléctrica o en los equipos del circuito de tracción).

La prueba se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos del ensayo de tabiques de la norma EN 1363-1:1999.

#### 4.2.7.2.4 Medidas adicionales para mejorar la capacidad de circulación

##### 4.2.7.2.4.1 Trenes de todas las categorías de seguridad contra incendios

Estas medidas son aplicables al material rodante designado como perteneciente a las categorías A o B de seguridad contra incendios definidas en la presente ETI.

Estas medidas son necesarias para aumentar las probabilidades de que el tren siga circulando durante 4 minutos en el caso de que se detecte un incendio cuando el tren entre en un túnel. Este requisito tiene por objeto hacer posible que el tren llegue a un lugar adecuado donde parar y evacuar a los viajeros y al personal del tren a un lugar seguro.

Este requisito se considerará cumplido con la realización de un análisis de modos de fallo relacionado con el siguiente requisito:

Los frenos no se aplicarán automáticamente para detener el tren a consecuencia de un fallo de sistema provocado por un incendio, suponiendo que el fuego se inicie en un compartimiento o armario técnico, sellado o no, que contenga una línea de alimentación eléctrica o equipos del circuito de tracción, o un área técnica con un motor de combustión.

#### 4.2.7.2.4.2 Categoría B de seguridad contra incendios

Estas medidas son aplicables al material rodante designado como perteneciente únicamente a la categoría B de seguridad contra incendios definida en la presente ETI.

Estas medidas son necesarias para aumentar las probabilidades de que el tren siga circulando durante 15 minutos en el caso de que se detecte un incendio cuando el tren entre en un túnel. Este requisito tiene por objeto hacer posible que el tren llegue a un lugar adecuado donde parar y evacuar a los viajeros y al personal del tren a un lugar seguro.

Este requisito se considerará cumplido con la realización de un análisis de modos de fallo relacionado con los siguientes requisitos:

- Frenos: Los frenos no se aplicarán automáticamente para detener el tren a consecuencia de un fallo de sistema provocado por un incendio, suponiendo que el fuego se inicie en un compartimiento o armario técnico, sellado o no, que contenga una línea de alimentación eléctrica o equipos del circuito de tracción, o un área técnica con un motor de combustión.
- Tracción: Como mínimo se dispondrá de un 50 % de redundancia de tracción, definida en el apartado 4.2.8.1, en el modo degradado de circulación, suponiendo que el fuego se inicie en un compartimiento o armario técnico, sellado o no, que contenga una línea de alimentación eléctrica o equipos del circuito de tracción, o un área técnica con un motor de combustión. Si este requisito de redundancia no puede cumplirse por razones de arquitectura de los equipos de tracción (por ejemplo, que sólo haya equipos de tracción en un lugar del tren), se dispondrá de un sistema de extinción automática de incendios en los lugares descritos en este mismo punto.

#### 4.2.7.2.5 Medidas específicas para depósitos que contengan líquidos inflamables

##### 4.2.7.2.5.1 Generalidades

Sólo se incluirán los depósitos de transformadores si contienen líquidos inflamables.

Cuando los depósitos estén divididos internamente por tabiques, todo el depósito cumplirá los requisitos.

Los depósitos serán contruidos, colocados o protegidos de manera que ni ellos ni sus tuberías puedan resultar agujereados o fracturados por cascotes u otros objetos lanzados desde la vía. Los depósitos no se instalarán en

- zonas de absorción de energía de colisión;
- áreas de asiento para los viajeros y áreas de ocupación temporal por los viajeros;
- compartimientos de equipajes;
- cabinas de conducción.

Se considerará que los depósitos contruidos conforme a los siguientes requisitos cumplen las características de impacto mínimas.

Si se utilizan otros materiales, se demostrará una seguridad equivalente.

Las paredes de los depósitos de líquido inflamable tendrán un espesor mínimo de:

Volumen	Acero	Aluminio
≤ 2 000 l	2,0 mm	3,0 mm
> 2 000 l	3,0 mm	4,0 mm

La temperatura del líquido inflamable del depósito permanecerá por debajo del punto de inflamación de acuerdo con la norma EN ISO 2719 en todas las condiciones normales de servicio.

En el diseño de los depósitos de líquido inflamable se garantizará, en la medida en que sea razonablemente viable, que durante el llenado o vaciado o incluso en caso de fuga en un depósito o parte de sus canalizaciones, el líquido inflamable no pueda:

- entrar en contacto con máquinas rotativas que puedan provocar rociado;
- ser aspirado por dispositivos como ventiladores, radiadores, etc.;
- entrar en contacto con componentes calientes o dispositivos eléctricos que puedan producir chispas eléctricas;
- penetrar en las capas del material de aislamiento térmico y acústico.

#### 4.2.7.2.5.2 Requisitos específicos para los depósitos de combustible

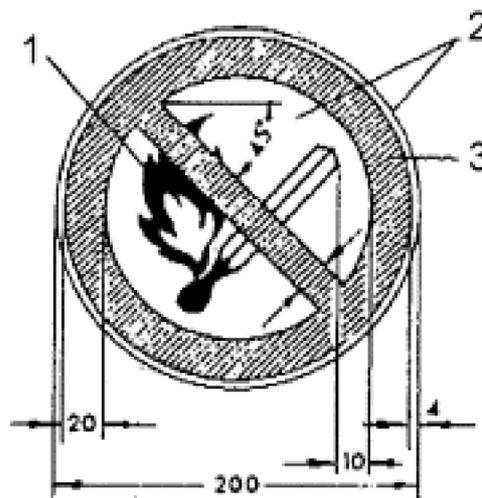
Se dispondrán indicadores límite de llenado para señalar el 90 % del volumen nominal del depósito de combustible.

El valor registrado por el indicador límite será fácilmente comprensible desde la posición de llenado.

Se garantizará que el líquido inflamable no pueda salir de los tubos de llenado o por otras aberturas en condiciones normales de ladeo (peralte).

Para evitar confusiones, se indicará claramente el tipo de líquido inflamable adecuado en una etiqueta aplicada al tubo de llenado del depósito de combustible. La indicación de la etiqueta será textual, de acuerdo con las hojas de datos de seguridad establecidas en la norma ISO 11014-1. Se colocarán las siguientes señales de peligro en las inmediaciones del tubo de llenado:

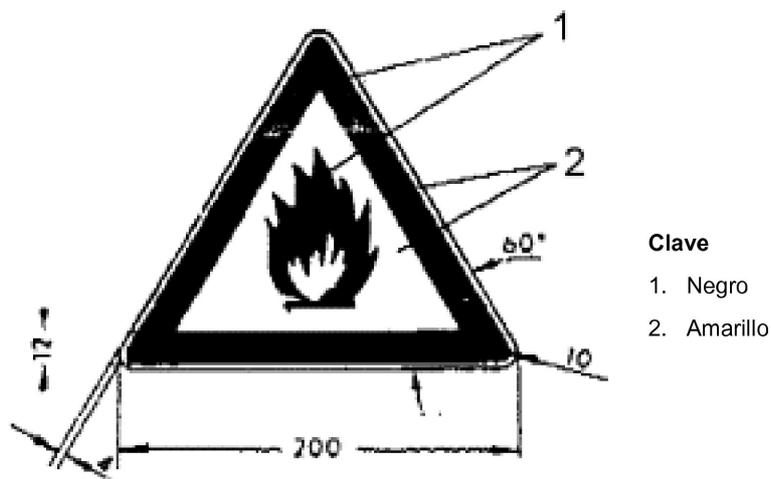
Señal de peligro conforme a la Directiva 92/58/CEE.



#### Clave

1. Negro
2. Blanco
3. Rojo

Or danger sign according Directive 92/58/EEC



#### 4.2.7.3 Protección contra choques eléctricos

Los equipos eléctricos en tensión se diseñarán de modo que se impida el contacto deliberado o accidental con el personal de dotación y los viajeros, tanto en funcionamiento normal como en caso de avería de los equipos.

Todos los trenes irán equipados con herramientas apropiadas para poner los vehículos a tierra. El manual del conductor, que se conservará en el tren, y el manual de mantenimiento describirán su forma de uso.

El material rodante cumplirá los requisitos de la norma EN 50153:2002.

El material rodante cumplirá lo dispuesto en el anexo O de la presente ETI en relación con la puesta a tierra de protección.

#### 4.2.7.4 Luces exteriores y bocinas

##### 4.2.7.4.1 Luces delanteras y traseras

##### 4.2.7.4.1.1 Faros

Se instalarán dos faros blancos en el extremo delantero del tren, dispuestos en el eje horizontal a la misma altura sobre el nivel del carril, de manera simétrica con respecto al eje longitudinal y con una separación mínima de 1 300 mm. Cuando la presencia de un morro cónico impida alcanzar estos 1 300 mm, se admitirá reducir esta medida a 1 000 mm.

Los faros se montarán entre 1 500 y 2 000 mm sobre el nivel del carril.

Los faros se instalarán en el vehículo de forma que la iluminancia vertical a una distancia igual o superior a 100 m sea menor de 0,5 lux a nivel del carril.

Los requisitos aplicables a los faros como componentes de interoperabilidad se definen en el apartado H.2 del anexo H.

##### 4.2.7.4.1.2 Luces de posición

Se instalarán tres luces de posición en la parte delantera del tren. Se dispondrán dos luces de posición en el eje horizontal a la misma altura sobre el nivel del carril, de manera simétrica con respecto al eje longitudinal y con una separación mínima de 1 300 mm. Cuando la presencia de un morro cónico impida conseguir estos 1 300 mm, se admitirá reducir esta medida a 1 000 mm. La tercera luz de posición se instalará centrada por encima de las dos luces inferiores.

Las dos luces inferiores se montarán entre 1 500 y 2 000 mm sobre el nivel del carril.

Los requisitos aplicables a las luces de posición como componentes de interoperabilidad se definen en el apartado H.2 del anexo H.

#### 4.2.7.4.1.3 Luces de cola

Se instalarán dos luces de cola rojas en el extremo trasero del tren, dispuestas en el eje horizontal a la misma altura sobre el nivel del carril, de manera simétrica con respecto al eje longitudinal y con una separación mínima de 1 300 mm. Cuando la presencia de un morro cónico impida conseguir estos 1 300 mm, se admitirá reducir esta medida a 1 000 mm.

Las luces de cola se montarán entre 1 500 y 2 000 mm sobre el nivel del carril.

Los requisitos aplicables a las luces de cola como componentes de interoperabilidad se definen en el apartado H.3 del anexo H.

#### 4.2.7.4.1.4 Mandos de las luces

El conductor podrá controlar los faros y las luces de posición desde la posición normal de conducción. Estarán disponibles las siguientes funciones:

- i) Todas las luces apagadas
- ii) Luces de posición encendidas atenuadas (para uso diurno y nocturno con mal tiempo)
- iii) Luces de posición encendidas sin atenuar (para uso diurno y nocturno con tiempo normal)
- iv) Faros encendidos atenuados (para uso diurno y nocturno a criterio del conductor)
- v) Faros encendidos sin atenuar (para uso diurno y nocturno a criterio del conductor). Se utilizarán los faros atenuados al pasar cerca de trenes, al cruzar carreteras y al pasar por estaciones.

Las luces de cola de la parte trasera del tren se conectarán automáticamente al seleccionar la función ii), iii), iv) o v). Este requisito no será aplicable a las formaciones variables.

Las luces exteriores de las cabinas de conducción situadas en puntos intermedios del tren se mantendrán apagadas.

Además de su función tradicional como luces delanteras y traseras, es admisible utilizar estas luces de determinada forma en situaciones de emergencia.

#### 4.2.7.4.2 Bocinas

##### 4.2.7.4.2.1 Generalidades

Los trenes irán provistos de bocinas capaces de emitir dos tonos distintos. Las notas de las bocinas de advertencia acústica deben ser reconocibles como procedentes de un tren y no parecerse a las alarmas utilizadas en el transporte por carretera o en las fábricas u otras alarmas comunes. Las notas aceptables de las bocinas de advertencia serán:

- a) Dos bocinas que se hagan sonar por separado. Las frecuencias fundamentales de las notas de las bocinas serán:

nota alta: 370 Hz  $\pm$  20 Hz

nota baja: 311 Hz  $\pm$  20 Hz

o

- b) Dos bocinas que se hagan sonar conjuntamente en acorde (en la nota alta). Las frecuencias fundamentales de las notas en acorde serán:

nota alta: 622 Hz  $\pm$  30 Hz

nota baja: 370 Hz  $\pm$  20 Hz

o

- c) Dos bocinas que se hagan sonar conjuntamente en acorde (en la nota alta). Las frecuencias fundamentales de las notas en acorde serán:

nota alta: 470 Hz  $\pm$  25 Hz

nota baja: 370 Hz  $\pm$  20 Hz

o

- d) Tres bocinas que se hagan sonar conjuntamente en acorde (en la nota alta). Las frecuencias fundamentales de las notas en acorde serán:

nota alta: 622 Hz  $\pm$  30 Hz

nota media: 470 Hz  $\pm$  25 Hz

nota baja: 370 Hz  $\pm$  20 Hz

#### 4.2.7.4.2.2 Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia

El nivel de presión acústica ponderado por A o C producido por cada bocina que se haga sonar por separado (o en grupo si están diseñadas para sonar al mismo tiempo en acorde) será de 115 dB a 123 dB cuando se mida y se verifique de acuerdo con el método definido a continuación. El nivel de presión acústica de 115 dB se alcanzará cuando la presión de aire del sistema sea de 5 bar y el nivel de presión acústica de 123 dB no se superará cuando la presión de aire del sistema sea de 9 bar.

#### 4.2.7.4.2.3 Protección

Se protegerán las bocinas de advertencia y sus sistemas de control, en la medida en que sea viable, frente a los impactos y el consiguiente bloqueo por objetos aéreos como cascos, polvo, nieve, granizo o aves.

#### 4.2.7.4.2.4 Verificación de los niveles de presión acústica

Los niveles de presión acústica se medirán a 5 metros de la parte delantera del tren y a la misma altura que la bocina y sobre un suelo cubierto de balasto nuevo y limpio.

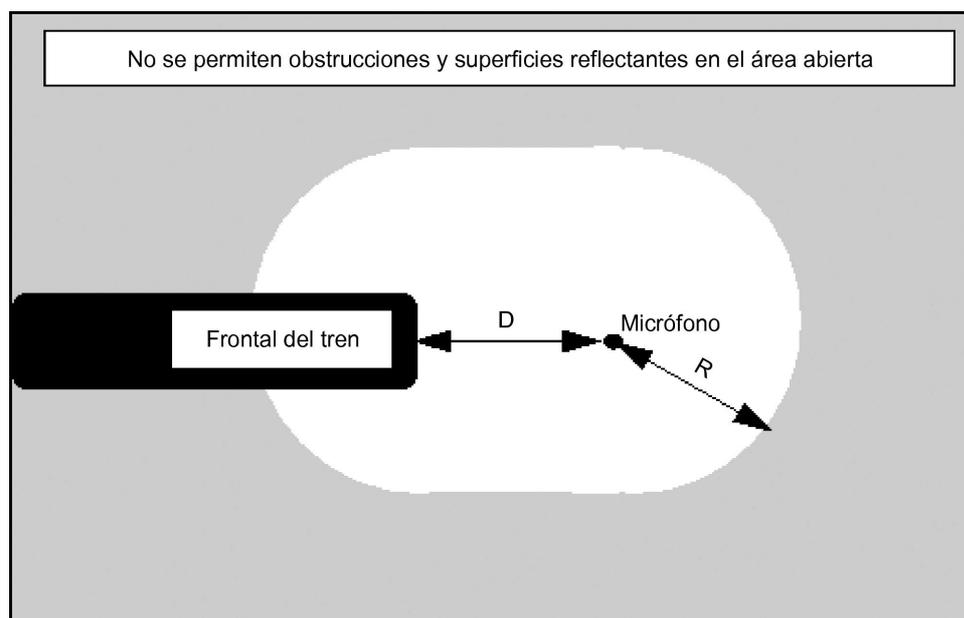
Las mediciones acústicas de las bocinas de advertencia se realizarán en un espacio abierto que cumpla en términos generales los requisitos de la figura 2, donde:

$D = 5\text{m}$ .

$R \geq 1,3D = 6,5\text{m}$ .

Figura 2

#### Espacio abierto para las mediciones de las bocinas



En lo que respecta a las bocinas neumáticas, las mediciones acústicas se realizarán cuando la presión del aire en el depósito principal sea de 5 bar y 9 bar.

A fin de reducir al mínimo el impacto ambiental, es aconsejable que el nivel de presión acústica ponderado por C, medido a 5 metros del costado del tren y a la misma altura que la bocina, en línea con la parte delantera de la bocina, sea al menos 5 dB inferior al nivel medido en la parte delantera del tren.

#### 4.2.7.4.2.5 Requisitos de los componentes de interoperabilidad

Las frecuencias fundamentales de las notas de las bocinas serán:

622 Hz  $\pm$  30 Hz

o

470 Hz  $\pm$  25 Hz

o

370 Hz  $\pm$  20 Hz

o

311 Hz  $\pm$  20 Hz

#### 4.2.7.5 Procedimientos de elevación y rescate

El fabricante del tren facilitará la información técnica pertinente a la empresa ferroviaria.

#### 4.2.7.6 Ruido interior

El nivel de ruido en el interior de los vehículos de viajeros no se considera un parámetro básico y por consiguiente no está sujeto a la presente ETI.

El nivel de ruido en el interior de la cabina del conductor está sujeto a la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) y se aplicará a las empresas ferroviarias y a su personal. Para la verificación «CE» del material rodante, basta el cumplimiento de los requisitos de la presente ETI. Los valores límite se definen en el cuadro 19.

Tabla 19

#### Valores límite $L_{pAeq,T}$ aplicables al ruido en el interior de la cabina del conductor del material rodante.

Ruido en la cabina del conductor	$L_{pAeq,T}$ [dB(A)]	Intervalo de medición [s]
En reposo (durante la alarma acústica exterior, de acuerdo con el apartado 4.2.7.4)	95	3
Velocidad máxima (en campo abierto sin avisos interiores ni exteriores)	80	60

Las mediciones se realizarán en las siguientes condiciones:

- Puertas y ventanas cerradas.
- Las cargas transportadas deben ser iguales como mínimo a las dos terceras partes del valor máximo admisible.
- En las mediciones a máxima velocidad, el micrófono se colocará a la altura del oído del conductor sentado, en el centro del plano horizontal que va desde la luna del parabrisas hasta la pared posterior de la cabina.

- Para las mediciones de impacto de la bocina, se instalará el micrófono en 8 posiciones equidistantes entre sí alrededor de la posición de la cabeza del conductor sentado, con un radio de 25 cm, en un plano horizontal. La media aritmética de los 8 valores se comparará con el límite.
- Las ruedas y la vía deben encontrarse en buen estado de funcionamiento.
- Deberá mantenerse la velocidad máxima como mínimo durante el 90 % del tiempo de medición.

Es admisible dividir el tiempo de medición en varios períodos breves a fin de cumplir las condiciones antes citadas.

#### 4.2.7.7 Aire acondicionado

Las cabinas de conducción se ventilarán con una corriente de aire fresco de 30 m<sup>3</sup>/h por persona. Se permite interrumpir esta corriente de aire cuando se circule en túneles, siempre que la concentración de dióxido de carbono no supere las 5 000 ppm, suponiendo que la concentración inicial sea inferior a 1 000 ppm.

#### 4.2.7.8 Dispositivo de vigilancia del conductor

En situaciones de falta de vigilancia del conductor, ésta se detectará en un tiempo de 30 a 60 segundos y, si el conductor no reacciona, como mínimo se producirá la aplicación automática del máximo esfuerzo de frenado de servicio del tren y cesará el rellenado del tubo de freno principal.

#### 4.2.7.9 Sistema de control-mando y señalización

##### 4.2.7.9.1 Generalidades

Las características de las interfaces entre los subsistemas de material Rodante y de control-mando y señalización se describen en el apartado 4.2.1.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006. Entre otros, se aplican los siguientes requisitos de la presente ETI «Material rodante de alta velocidad»:

- Las características mínimas de frenado del tren que se especifican en el apartado 4.2.4.1.
- La compatibilidad entre los sistemas de detección de trenes instalados en tierra y el material rodante, con arreglo al apartado 4.2.6.6.1.
- La compatibilidad entre los detectores fijados bajo los vehículos y los gálibos dinámicos de dichos vehículos, especificados en el apartado 4.2.3.1.
- Las condiciones ambientales de los equipos de a bordo se especifican en el apartado 4.2.6.1.
- La compatibilidad electromagnética con los equipos de control y mando de a bordo que se especifican en el apartado 4.2.6.6.3.
- Las características del tren que afectan al frenado (especificadas en el apartado 4.2.4) y la longitud del tren (especificada en el apartado 4.2.3.5).
- La compatibilidad electromagnética con los sistemas de tierra, según se especifica en el apartado 4.2.6.6.2.

Además, las funciones siguientes están directamente relacionadas con los parámetros definidos por el subsistema de control-mando y señalización.

- Servicio en las condiciones de avería o modo degradado que se especifican en el apartado 4.2.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.
- Supervisión para asegurar que la velocidad del tren sea en todo momento inferior o como mucho igual a la velocidad máxima admisible en el entorno de explotación.

Las tablas 5.1.A, 5.1.B y 6.1 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 contienen información relativa a las características de dichas interfaces. Además, en el anexo A de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 se hace referencia a las normas y especificaciones europeas que se aplicarán en el procedimiento de evaluación de la conformidad, en relación con cada característica.

La posición de las antenas de a bordo del sistema de control-mando y señalización se especifica en los apartados 4.2.2 y 4.2.5 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.2.7.9.2 Localización del juego de ruedas

Los requisitos de localización del juego de ruedas relacionados con el subsistema de control-mando y señalización son los siguientes:

La distancia entre dos ejes consecutivos de un vehículo no será superior a los valores que se especifican en el apartado 2.1.1 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 y no será inferior al valor especificado en el apartado 2.1.3 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

La distancia longitudinal desde el primer eje o desde el último eje hasta el extremo más cercano del vehículo (es decir, el extremo más cercano del enganche, tope o morro del vehículo) cumplirá los requisitos establecidos en el apartado 2.1.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

La distancia entre el primer y el último eje de un vehículo no será inferior al valor especificado en el apartado 2.1.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.2.7.9.3 Ruedas:

Los requisitos aplicables a las ruedas relacionadas con el subsistema de control-mando y señalización se especifican en el apartado 2.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

Los requisitos aplicables a las cualidades ferromagnéticas del material de las ruedas se especifican en el apartado 3.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.2.7.10 Conceptos de supervisión y diagnóstico

Las funciones y los equipos especificados en la presente ETI y que se repiten a continuación dispondrán de supervisión propia o externa:

- Funcionamiento de las puertas, especificado en el apartado 4.2.2.4.2.1.
- Detección de inestabilidad, especificada en el apartado 4.2.3.4.5.
- Control de estado de la caja de grasa a bordo del tren, especificado en el apartado 4.2.3.3.2.1.
- Activación de la alarma de viajeros especificada en el apartado 4.2.5.3.
- Sistema de frenos especificado en el apartado 4.2.4.3.
- Detección de descarrilamiento, especificada en el apartado 4.2.3.4.11.
- Detección de incendios, especificada en el apartado 4.2.7.2.3.
- Avería del dispositivo de vigilancia del conductor especificado en el apartado 4.2.7.8.
- Información del subsistema de control-mando y señalización especificada en el apartado 4.2.7.9.

Esta supervisión de funciones y equipos será continua, o a una frecuencia adecuada para asegurar una detección fiable de la avería. En los trenes clase 1, el sistema también estará conectado al registrador de datos de diagnóstico de a bordo, para asegurar la trazabilidad. Los requisitos relacionados con el registro de datos para el subsistema descrito en la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 son obligatorios para todas las clases de trenes.

Se emitirá una indicación de dicha detección para el conductor, a la que éste deberá responder.

Deberá actuar un freno automático adecuado cuando se produzca una avería funcional en el dispositivo de vigilancia del conductor o en el subsistema de control-mando y señalización a bordo de los trenes.

## 4.2.7.11 Especificación particular para túneles

## 4.2.7.11.1 Áreas de viajeros y de personal del tren equipadas con aire acondicionado

La dotación del tren deberá tener la posibilidad de minimizar la distribución e inhalación de vapores en caso de incendio. Con este fin, será posible desconectar o cerrar todos los medios de ventilación exterior y desconectar el aire acondicionado. Es admisible desencadenar estas acciones por control remoto, ya sea en todo el tren o en un solo vehículo.

## 4.2.7.11.2 Sistema de megafonía

Los requisitos de los sistemas de comunicación se especifican en el apartado 4.2.5.1.

## 4.2.7.12 Sistema de alumbrado de emergencia

Para disponer de protección y seguridad a bordo en caso de emergencia, los trenes interoperables irán equipados con un sistema de alumbrado de emergencia. Este sistema proporcionará un nivel de iluminación adecuado en las áreas de viajeros y en las de servicio, de la forma siguiente:

- durante un tiempo mínimo de funcionamiento de tres horas después del corte de la alimentación eléctrica principal;
- nivel de iluminación mínimo de 5 lux a nivel del suelo.

Se cumplirán los valores aplicables a determinadas áreas y métodos de ensayo definidos en el punto 5.3 de la norma EN 13272:2001.

En caso de incendio, el sistema de alumbrado de emergencia seguirá manteniendo al menos el 50 % de las luces de emergencia de los vehículos no afectados por el fuego durante 20 minutos como mínimo. Este requisito se considerará cumplido si se realiza un análisis de modos de fallo satisfactorio.

## 4.2.7.13 Software

Se desarrollará software para las funciones relacionadas con la seguridad, el cual se evaluará con arreglo a los requisitos de las normas EN 50128:2001 y EN 50155:2001/A1:2002.

## 4.2.7.14 Interfaz conductor-máquina (DMI)

La visualización del sistema de control de tráfico europeo en las cabinas de conducción se mantiene como cuestión pendiente.

## 4.2.7.15 Identificación de los vehículos

Cuestión pendiente.

## 4.2.8 Equipos de tracción y eléctricos

## 4.2.8.1 Requisitos de prestaciones de tracción

A fin de garantizar la debida compatibilidad con otras operaciones del tren, la aceleración media mínima calculada en el tiempo sobre una vía a nivel será la estipulada en la tabla 20.

Tabla 20

**Aceleraciones medias mínimas calculadas**

	Aceleraciones clase 1 m/s <sup>2</sup>	Aceleraciones clase 2 m/s <sup>2</sup>
de 0 a 40 km/h	0,40	0,30
de 0 a 120 km/h	0,32	0,28
de 0 a 160 km/h	0,17	0,17

A la velocidad máxima de servicio sobre una vía a nivel, el tren todavía será capaz de acelerar al menos  $0,05 \text{ m/s}^2$ .

Por motivos de disponibilidad, circulación y seguridad en el paso de túneles, los trenes cumplirán las siguientes condiciones:

- Las prestaciones se alcanzarán con la tensión nominal.
- El fallo de un módulo de tracción no privará al tren de más del 25 % de su potencia nominal si es clase 1 o del 50 % si es clase 2.
- En un tren clase 1, un fallo de alimentación en solamente uno de los módulos de tracción no privará al tren de más del 50 % de su potencia de tracción.

Un módulo de tracción se define como un equipo electrónico de alimentación de uno o varios motores de tracción, capaz de funcionar con independencia de los demás.

En estas condiciones, será posible que un tren con carga normal (definido en el apartado 4.2.3.2) que tenga un módulo de tracción fuera de servicio arranque en la rampa o pendiente máxima que pueda encontrarse, con una aceleración del orden de los  $0,05 \text{ m/s}^2$ . Será posible que el tren circule en estas circunstancias en la misma rampa o pendiente durante diez minutos y que alcance los 60 km/h.

#### 4.2.8.2 Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción

- a) Para garantizar que siempre se dispone de una buena capacidad de tracción, en el diseño del tren y en el cálculo de sus prestaciones de tracción no se aplicará una adherencia rueda/carril superior a los valores que se indican en la tabla 21.

Tabla 21

#### Máxima adherencia rueda/carril admisible para el cálculo de las prestaciones de tracción

En el arranque y a muy baja velocidad	30 %
A 100 km/h	27,5 %
A 200 km/h	19 %
A 300 km/h	10 %

Se realizará una interpolación lineal para los valores de velocidad intermedios.

Estas cifras sólo son necesarias con fines de diseño y cálculo, y no para la evaluación de los sistemas antipatinaje.

- b) Los ejes de tracción irán equipados con un sistema antipatinaje. No es necesario evaluar este sistema.

#### 4.2.8.3 Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica

Las características eléctricas del material rodante que tienen vinculación con el subsistema de energía pueden agruparse bajo los epígrafes siguientes:

- Variaciones de tensión y frecuencia de la alimentación eléctrica.
- Potencia máxima que puede absorberse de la línea aérea de contacto.
- Factor de potencia de la corriente alterna.
- Sobretensiones de breve duración generadas por el funcionamiento del material rodante.
- Interferencias electromagnéticas, véase el apartado 4.2.6.6.
- Otras interfaces funcionales citadas en el apartado 4.2.8.3.7.

- 4.2.8.3.1 Tensión y frecuencia del suministro eléctrico
- 4.2.8.3.1.1 Suministro eléctrico
- Los trenes deberán poder funcionar con la gama de tensiones y frecuencias que se indican en el apartado 4.2.2 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 y que se especifican en el capítulo 4 de la norma EN 50163:2004.
- 4.2.8.3.1.2 Recuperación de energía
- Las condiciones generales para el retorno de energía a la línea aérea de contacto desde los frenos de recuperación se especifican en el apartado 4.2.4.3 de la presente ETI y en el punto 12.1.1 de la norma EN 50388:2005.
- La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con los requisitos de el punto 14.7.1 de la norma EN 50388:2005.
- 4.2.8.3.2 Máxima potencia y máxima intensidad que es admisible absorber de la línea aérea de contacto
- La potencia instalada en las líneas de alta velocidad determina el consumo admisible de energía por parte de los trenes. Por consiguiente, se instalarán a bordo limitadores de corriente como los descritos en el capítulo 7 de la norma EN 50388:2005. La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con los requisitos de el punto 14.3 de la norma EN 50388:2005.
- En los sistemas de corriente continua, la corriente en reposo se limitará conforme a los valores especificados en el apartado 4.2.20 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.
- 4.2.8.3.3 Factor de potencia
- Los datos de diseño que habrán de utilizarse para el factor de potencia están recogidos en el capítulo 6 de la norma EN 50388:2005, con la siguiente excepción en zonas de operación, vías de apartadero y depósitos:
- El factor de potencia de la onda fundamental será  $\geq 0,8$  <sup>(1)</sup> en las siguientes circunstancias:
- el tren está estacionado con la potencia de tracción desconectada y con todos los sistemas auxiliares en marcha
  - y
  - la potencia activa absorbida es superior a 200 kW.
- La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con los requisitos del capítulo 6 y el punto 14.2 de la norma EN 50388:2005.
- 4.2.8.3.4 Perturbaciones de la energía del sistema
- 4.2.8.3.4.1 Características de armónicos y sobretensiones relacionadas en la línea aérea de contacto
- Ninguna unidad de tracción provocará sobretensiones inaceptables por la generación de armónicos. Se realizará una evaluación de compatibilidad en la unidad de tracción de acuerdo con los requisitos del capítulo 10 de la norma EN 50388:2005, que demuestre que dicha unidad de tracción no genera armónicos que sobrepasen los límites definidos.
- 4.2.8.3.4.2 Efectos de la corriente continua en el suministro de corriente alterna
- Las unidades de tracción eléctrica de corriente alterna se diseñarán de manera que sean inmunes a pequeñas corrientes continuas cuyo valor se especifica en el apartado 4.2.24 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.
- 4.2.8.3.5 Medidores de consumo de energía
- En el caso de que hayan de instalarse medidores de consumo de energía a bordo de los trenes, se utilizará un medidor que pueda funcionar en todos los Estados miembros. La especificación de este medidor se mantiene como cuestión pendiente.

<sup>(1)</sup> Si el factor de potencia es superior a 0,8, el rendimiento económico será mejor debido a que se reduce la necesidad de instalar equipos fijos.

## 4.2.8.3.6 Requisitos del subsistema de material rodante relacionados con los pantógrafos

## 4.2.8.3.6.1 Fuerza de contacto del pantógrafo

## a) Requisitos aplicables a la fuerza media de contacto

La fuerza media de contacto  $F_m$  está formada por los componentes estáticos y aerodinámicos de la fuerza de contacto con corrección dinámica.  $F_m$  representa un valor objetivo que se ha de alcanzar a fin de garantizar la calidad de la captación de corriente, de modo que no se produzcan cebados indebidos y se limite el desgaste y el riesgo de deterioro de los frotadores.

La fuerza media de contacto es una característica del pantógrafo que se corresponde con un determinado material rodante, con su posición en la composición del tren y con una determinada extensión del pantógrafo.

El material rodante y los pantógrafos instalados en el mismo se diseñarán de modo que ejerzan la fuerza media de contacto sobre el hilo de contacto (a más de 80 km/h) descrito en las figuras siguientes en función de su uso previsto:

Sistemas de alimentación de C.A.: Figura 4.2.15.1 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 (categorías de línea I, II y III)

Sistemas de alimentación de C.C.: Figura 4.2.15.2 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

En el caso de trenes con varios pantógrafos en funcionamiento al mismo tiempo, la fuerza de contacto  $F_m$  de cualquiera de sus pantógrafos no será superior al valor indicado por la curva aplicable de la figura 4.2.15.1 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 (C.A.) o de la figura 4.2.15.2 (C.C.).

## b) Ajuste de la fuerza media de contacto del pantógrafo e integración en el subsistema de material rodante

El material rodante permitirá ajustar la fuerza de contacto del pantógrafo para que satisfaga los requisitos especificados en el apartado.

La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con lo estipulado en el apartado 4.2.16.2.4 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

El pantógrafo se diseñará de modo que sea capaz de operar con el valor de fuerza media de contacto ( $F_m$ ) de las curvas objetivo definidas en el apartado 4.2.15 de la ETI «Energía de alta velocidad» 2006. Para garantizar que el material rodante y su pantógrafo de servicio sean adecuados para las líneas de servicio previstas, la evaluación de la fuerza media de contacto incluirá mediciones conforme a los requisitos de los solicitantes, de la forma siguiente. Por cada categoría de líneas definida en la tabla 4.2.9 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 en la que el tren tenga previsto prestar servicio, se realizarán los ensayos

— con el hilo de contacto hasta la máxima altura nominal

y

— hasta una velocidad máxima

según solicite el fabricante, la empresa ferroviaria o su mandatario establecido en la Comunidad que haya pedido la evaluación.

Para estos ensayos, se aumentará la velocidad de 150 km/h hasta la velocidad máxima, con pasos intermedios de no más de 50 km/h cada uno para la altura máxima y mínima. **El número mínimo de niveles de velocidad es de 5 en el material rodante clase 1 y de 3 en el material rodante clase 2.** No es necesario realizar ensayos a alturas intermedias en la misma categoría de línea.

En el registro de material rodante se indicará la máxima velocidad de servicio a la que se haya completado correctamente el ensayo con la combinación de material rodante y pantógrafo por cada una de las categorías de línea y en la gama de alturas de la línea aérea de contacto aplicable a esta línea y, por lo tanto, se definirá el material rodante de la gama de servicio.

Todos los Estados miembros notificarán las líneas de referencia correspondientes en las que pueda llevarse a cabo la evaluación. Si es posible, se utilizarán líneas conformes con la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 como líneas de referencia.

## c) Fuerza dinámica de contacto del pantógrafo

Los requisitos de la fuerza dinámica de contacto del pantógrafo están descritos en el apartado 4.2.16 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

## 4.2.8.3.6.2 Disposición de los pantógrafos

Los trenes se diseñarán de manera que puedan pasar de un sistema de alimentación eléctrica o de una sección de separación de fase a otra contigua, sin puentear sistemas o secciones de separación de fase.

Es admisible que haya varios pantógrafos en contacto con el equipo de la línea aérea al mismo tiempo. La figura 3 ilustra los requisitos aplicables a la disposición de los pantógrafos.

De acuerdo con la longitud máxima del tren, la distancia máxima entre el primer y el último pantógrafo ( $L_1$ ) será inferior a 400 m, a fin de facilitar el paso a los tipos especificados de secciones de separación. Cuando haya más de dos pantógrafos en contacto con la línea aérea al mismo tiempo, la distancia entre un pantógrafo y el tercero consecutivo, marcado como ( $L_2$ ), será superior a 143 m. La distancia entre dos pantógrafos en contacto con la línea aérea será superior a 8 m en estos tipos determinados de secciones de separación.

Si la distancia entre pantógrafos no cumple el requisito indicado, se aplicará una norma de explotación para bajar los pantógrafos, a fin de facilitar el paso de los trenes entre secciones de separación.

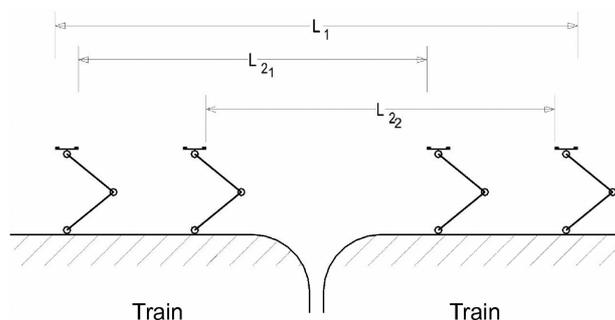
El número de pantógrafos y la distancia entre ellos se decidirá teniendo en cuenta los requisitos de captación de corriente (definidos en el apartado 4.2.16 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006). El pantógrafo intermedio podrá colocarse en cualquier posición.

Cuando presten servicio en sistemas de alimentación de C.A., los trenes provistos de varios pantógrafos no tendrán contacto eléctrico entre pantógrafos mientras estén en servicio.

Cuando la distancia entre pantógrafos consecutivos sea inferior a la que se indica en la tabla 4.2.19 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006, el material rodante demostrará, mediante ensayo, que, con los equipos de línea aérea de contacto definidos en el apartado 4.2 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006, se cumplen los requisitos de calidad de captación de corriente definidos en el apartado 4.2.16.1 de la ETI «Energía» de 2006 en el pantógrafo que peores prestaciones obtenga.

Figura 3

**Disposición de los pantógrafos.**



## 4.2.8.3.6.3 Aislamiento del pantógrafo respecto del vehículo

Los pantógrafos se montarán en la cubierta de los vehículos y aislados de tierra. El aislamiento será adecuado para todas las tensiones del sistema. Las referencias a los datos que deberán verificarse se encuentran en el punto 4 de la norma EN 50163:2004 en relación con las tensiones del sistema y en la tabla A2 de la norma EN 50124-1:2001 en relación con los requisitos de coordinación en relación con los requisitos de coordinación del aislamiento.

#### 4.2.8.3.6.4 Bajada del pantógrafo

El material rodante irá equipado con un dispositivo para bajar el pantógrafo en caso de avería conforme a los requisitos de el punto 4.9 de la norma EN 50206-1:1998.

El material rodante bajará el pantógrafo en un período de tiempo ajustado a los requisitos del punto 4.8 de la norma EN 50206-1:1998 y hasta la distancia de aislamiento dinámico estipulada en la tabla 9 de la norma EN 50119:2001, ya sea por iniciativa del conductor o en respuesta a señales de control y mando. El pantógrafo bajará hasta la posición de alojamiento en menos de 10 segundos.

La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con los requisitos de los puntos 6.3.2 y 6.3.3 de la norma EN 50206-1:1998.

#### 4.2.8.3.6.5 Calidad de captación de corriente

En servicio normal, la calidad de captación de corriente cumplirá los requisitos del apartado 4.2.16 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006. La evaluación de la conformidad se realizará con una catenaria de referencia. La definición de la catenaria de referencia se mantiene como cuestión pendiente en la ETI «Energía de alta velocidad».

El valor NQ, el porcentaje de duración del cebado, está definido en el apartado 4.2.16 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

Si, en caso de avería del pantógrafo en servicio normal, fuera necesario continuar el servicio a velocidad normal con un pantógrafo de reserva, el valor de NQ no será superior a 0,5. Si no es necesario mantener el tren en servicio a velocidad normal, el tren circulará a la velocidad que mantenga el valor normal de NQ.

#### 4.2.8.3.6.6 Coordinación de la protección eléctrica

El diseño de la coordinación de la protección eléctrica se ajustará a los requisitos detallados en el capítulo 11 de la norma EN 50388:2005.

La evaluación de la conformidad se realizará de acuerdo con los requisitos de el punto 14.6 de la norma EN 50388:2005.

#### 4.2.8.3.6.7 Circulación por secciones de separación de fases

Los trenes previstos para circular por líneas equipadas con dispositivos de control y mando y de señalización que comuniquen los requisitos de la secciones de separación de la línea a los trenes estarán equipados con sistemas capaces de recibir esta información de dichos dispositivos.

En relación con los trenes clase 1 que circulen por esta clase de líneas, las acciones posteriores se pondrán en marcha automáticamente.

En relación con los trenes clase 2 que circulen por esta clase de líneas, no es necesario que la acción sea automática, pero la unidad de tracción supervisará la intervención del conductor y, si es necesario, actuará.

Como mínimo, estos dispositivos permitirán que el consumo de energía (tanto en la tracción como en los dispositivos auxiliares y con respecto a la corriente sin carga del transformador) baje automáticamente a cero y que el disyuntor principal se abra antes de que la unidad de tracción entre en una sección de separación, sin intervención del conductor. Al salir de la sección de separación, los dispositivos harán que el disyuntor principal se cierre y se recupere el consumo de energía.

Además, cuando las secciones de separación de fase requieran que los pantógrafos del tren bajen y vuelvan a subir posteriormente, es admisible que estas acciones adicionales se inicien automáticamente. Estas funciones responderán a las señales de entrada del subsistema de control-mando y señalización.

#### 4.2.8.3.6.8 Circulación por secciones de separación de sistemas

Las opciones disponibles para circular por secciones de separación del sistema se describen en los apartados 4.2.22.2 y 4.2.22.3 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

Antes de circular por secciones de separación del sistema, se abrirá el disyuntor principal de la unidad de tracción.

Si no se bajan los pantógrafos desde el hilo de contacto, sólo podrán permanecer conectados los circuitos eléctricos de las unidades de tracción que se adaptan de forma instantánea al sistema de alimentación de energía con el que entra en contacto el pantógrafo.

Después de circular por una sección de separación del sistema, la unidad de tracción detectará la nueva tensión del sistema que recibe el pantógrafo. La configuración de los equipos de tracción se modificará de forma automática o manual.

#### 4.2.8.3.6.9 Altura de los pantógrafos

La instalación de un pantógrafo en una unidad de tracción admitirá la interacción con los hilos de contacto a una altura de entre 4 800 mm y 6 500 mm sobre el nivel del raíl.

#### 4.2.8.3.7 El pantógrafo como componente de interoperabilidad

##### 4.2.8.3.7.1 Diseño de conjunto

Un pantógrafo es un dispositivo que capta la corriente de uno o varios hilos de contacto y que transmite la corriente a la unidad de tracción sobre la que va montado. Está diseñado para admitir el movimiento vertical del arco del pantógrafo. El arco del pantógrafo lleva los frotadores y sus monturas. Los extremos del arco del pantógrafo están formados por cuernos curvados hacia abajo.

El pantógrafo cumplirá el rendimiento especificado por lo que se refiere a la velocidad máxima de circulación y a la capacidad de transporte de corriente. Los requisitos que ha de cumplir el pantógrafo están especificados en el capítulo 4 de la norma EN 50206-1:1998.

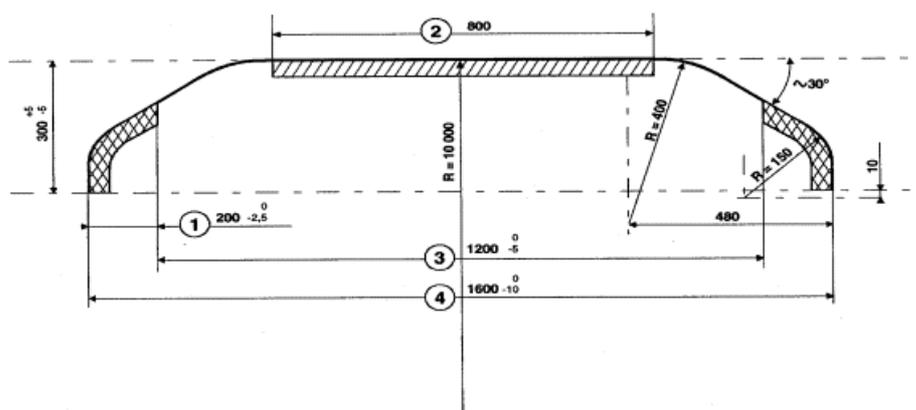
Los requisitos de comportamiento dinámico y calidad de captación de la corriente se evaluarán con arreglo al apartado 4.2.16.2.2 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006.

##### 4.2.8.3.7.2 Geometría del arco del pantógrafo

En todas las categorías de líneas, con sistemas de corriente alterna o continua, se utilizarán arcos de pantógrafo de las mismas dimensiones principales. La longitud y gama de conducción del arco del pantógrafo y su perfil están definidas para lograr la interoperabilidad. El perfil del arco del pantógrafo corresponderá a la representación gráfica de la figura 4.

Figura 4

#### Perfil del arco del pantógrafo



- 1 Cuerno de material aislante (longitud proyectada 200 mm)
- 2 Longitud mínima del frotador, 800 mm
- 3 Gama de conducción del arco de captación, 1 200 mm
- 4 Longitud del arco del pantógrafo, 1 600 mm

Los arcos de pantógrafos con frotadores provistos de suspensiones independientes seguirán cumpliendo el perfil general con una fuerza estática de contacto de 70 N aplicada a la parte central del arco. El valor admisible de alabeo del arco del pantógrafo está definido en el punto 5.2 de la norma EN 50367:2006.

Entre el hilo de contacto y el arco del pantógrafo es posible el contacto fuera de los frotadores y dentro de toda la gama de conducción a lo largo de secciones limitadas de la línea en condiciones adversas; por ejemplo, la coincidencia del balanceo de los vehículos con la presencia de fuertes vientos.

#### 4.2.8.3.7.3 Fuerza estática de contacto del pantógrafo

La fuerza estática de contacto es la fuerza de contacto vertical ejercida en dirección ascendente por el arco del pantógrafo sobre la línea de contacto y provocada por el aparato elevador del pantógrafo, mientras se eleva el pantógrafo y el vehículo permanece en reposo.

La fuerza estática de contacto que ejerce el pantógrafo sobre el hilo de contacto, definida en el punto 3.3.5 de la norma EN 50206-1:1998, será ajustable dentro de las siguientes gamas de valores:

— de 40 N a 120 N con sistemas de corriente alterna

— de 50 N a 150 N con sistemas de corriente continua

Los pantógrafos y los mecanismos de éstos que proporcionan las fuerzas de contacto necesarias podrán utilizarse en todo tipo de líneas aéreas de contacto que cumplan los requisitos de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006. Para más detalles y referencias de evaluación, véase el punto 6.3.1 de la norma EN 50206-1:1998.

#### 4.2.8.3.7.4 Zona de trabajo de los pantógrafos

Los pantógrafos tendrán una zona de trabajo mínima de 1 700 mm. La evaluación de la conformidad se realizará con arreglo a los requisitos de los puntos 4.2 y 6.2.3 de la norma EN 50206-1:1998.

#### 4.2.8.3.7.5 Capacidad de transporte de corriente

Los pantógrafos se diseñarán para transmitir la corriente nominal a los vehículos. El fabricante indicará la corriente nominal. Se realizará un análisis que demuestre que el pantógrafo es capaz de transportar la corriente nominal. La evaluación de la conformidad se realizará con arreglo a los requisitos del punto 6.13 de la norma EN 50206-1:1998.

#### 4.2.8.3.8 El frotador como componente de interoperabilidad

##### 4.2.8.3.8.1 Generalidades

Los frotadores son las piezas recambiables del arco del pantógrafo, que están en contacto directo con el hilo de contacto y que, en consecuencia, son susceptibles de sufrir desgaste. La evaluación de la conformidad se realizará con arreglo a los requisitos de los puntos 5.2.2 a 5.2.4, 5.2.6 y 5.2.7 de la norma EN 50405:2006.

##### 4.2.8.3.8.2 Geometría de los frotadores

La longitud de los frotadores está definida en la figura 4.

##### 4.2.8.3.8.3 Materiales

El material utilizado para fabricar los frotadores será electromecánicamente compatible con el material del hilo de contacto (especificado en el apartado 4.2.11 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006), a fin de evitar que los hilos de contacto sufran una abrasión excesiva, reduciendo al mínimo el desgaste de los hilos de contacto y de los frotadores. Se utilizará carbono puro o impregnado con aditivos para la interacción con hilos de contacto de cobre o sus aleaciones. El material del frotador se ajustará a lo estipulado en el punto 6.2 de la norma EN 50367: 2006.

##### 4.2.8.3.8.4 Detección de frotadores

Los frotadores se diseñarán de forma que cualquier daño que sufran que pueda dañar el hilo de contacto ponga en marcha el dispositivo de bajada automática.

La evaluación de la conformidad se realizará con arreglo a los requisitos del punto 5.2.5 de la norma EN 50405:2006.

#### 4.2.8.3.8.5 Capacidad de transporte de corriente

A la hora de seleccionar el material y la sección transversal de los frotadores, se tendrá en cuenta el requisito de corriente máxima. La corriente nominal será indicada por el fabricante. Los ensayos de tipo demostrarán la conformidad con arreglo a lo especificado en el punto 5.2 de la norma EN 50405:2006.

Los frotadores podrán transmitir la corriente absorbida por las unidades de tracción en reposo. La evaluación de la conformidad se realizará con arreglo a los requisitos del punto 5.2.1 de la norma EN 50405:2006.

#### 4.2.8.3.9 Interfaces con el sistema de electrificación

En los trenes eléctricos, los elementos principales de vinculación entre los subsistemas «Material rodante» y «Energía» se definen en las ETI correspondientes.

Son los siguientes:

- La máxima potencia que puede absorberse de la línea aérea de contacto [véase el apartado 4.2.8.3.2 de la presente ETI y el apartado 4.2.3 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La máxima potencia que puede absorberse en reposo [véase el apartado 4.2.8.3.2 de la presente ETI y el apartado 4.2.20 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La tensión y la frecuencia de la alimentación eléctrica [véase el apartado 4.2.8.3.1.1 de la presente ETI y el apartado 4.2.2 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- Las sobretensiones generadas en la línea aérea por armónicos [véase el apartado 4.2.8.3.4 de la presente ETI y el apartado 4.2.25 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- Las medidas de protección eléctrica [véase el apartado 4.2.8.3.6.6 de la presente ETI y el apartado 4.2.23 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La disposición de los pantógrafos [véase el apartado 4.2.8.3.6.2 de la presente ETI y los apartados 4.2.19, 4.2.21 y 4.2.22 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La circulación por secciones de separación de fase [véase el apartado 4.2.8.3.6.7 de la presente ETI y el apartado 4.2.21 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La circulación por secciones de separación de sistema [véase el apartado 4.2.8.3.6.8 de la presente ETI y el apartado 4.2.22 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La fuerza de contacto del pantógrafo [véase el apartado 4.2.8.3.6.1 de la presente ETI y los apartados 4.2.14 y 4.2.15 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- El factor de potencia [véase el apartado 4.2.8.3.3 de la presente ETI y el apartado 4.2.3 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- Los frenos de recuperación [véase el apartado 4.2.8.3.1.2] definidos en el apartado el apartado 4.2.4 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- La geometría del arco del pantógrafo [véase el apartado 4.2.8.3.7.2 de la presente ETI y el apartado 4.2.13 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].
- El comportamiento dinámico de los pantógrafos y la calidad de captación de corriente [véase el apartado 4.2.8.3.6.5 de la presente ETI y el apartado 4.2.16 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006].

#### 4.2.8.3.10 Interfaces con el subsistema de control y mando y de señalización

La impedancia mínima entre el pantógrafo y las ruedas del material rodante está especificada en el apartado 3.6.1 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

## 4.2.9 Puesta a punto

## 4.2.9.1 Generalidades

Deberá ser posible efectuar la puesta a punto así como reparaciones menores que sean necesarias en las partes de la red alejadas de su base origen, incluidas las vías de apartadero de una red extranjera, para que el tren pueda realizar con seguridad el viaje de regreso.

Los trenes podrán estacionarse, sin personal a bordo, manteniendo el suministro eléctrico de la catenaria o auxiliar para alimentar el alumbrado, el aire acondicionado, los armarios refrigerados, etc.

## 4.2.9.2 Medios de limpieza externa del tren

El parabrisas de la cabina del conductor debe poderse limpiar, tanto desde el suelo como desde andenes de 550 mm y 760 mm de altura, utilizando equipos de limpieza adecuados (con especial atención a los aspectos de salud y seguridad), en todas las estaciones e instalaciones en las que pare o se estacione el tren.

La velocidad a la que pasa el tren por la instalación de lavado debe poder adaptarse a las características de cada instalación, es decir, entre 2 y 6 km/h.

## 4.2.9.3 Sistemas de descarga de retretes

## 4.2.9.3.1 Sistema de descarga de a bordo

El diseño del sistema de descarga de los retretes permitirá vaciar los retretes estancos (con agua limpia o reciclada) a intervalos suficientes, de modo que las operaciones de vaciado puedan realizarse de forma programada en los depósitos designados.

Las conexiones del material rodante enumeradas a continuación son componentes de interoperabilidad.

- La tobera de evacuación de 3" (parte interna), definida en el anexo M VI, figura M VI.1.
- El rácor de descarga para la cisterna del retrete (parte interna), de uso opcional, definido en el anexo M VI, figura M VI.2.

## 4.2.9.3.2 Carretillas móviles para descarga de retretes

Las carretillas móviles para descarga de retretes son componentes de interoperabilidad.

Las instalaciones móviles para descarga de retretes serán compatibles con las características de al menos un sistema de descarga de a bordo (que utilice agua limpia o reciclada).

Las carretillas móviles de descarga deberán realizar todas las funciones siguientes:

- descarga propiamente dicha;
- aspiración (el valor límite del vacío de aspiración se establece en 0,2 bar);
- lavado (se aplica exclusivamente a los dispositivos de descarga de los retretes de retención);
- precarga o relleno con aditivo (se aplica exclusivamente a los dispositivos de descarga de los retretes de retención).

Los rácores de las carretillas de descarga (3" para el vaciado y 1" para el lavado) y sus juntas de estanquidad deben corresponderse con las figuras M IV1 y M IV 2, respectivamente, del anexo M IV.

## 4.2.9.4 Limpieza interior del tren

## 4.2.9.4.1 Generalidades

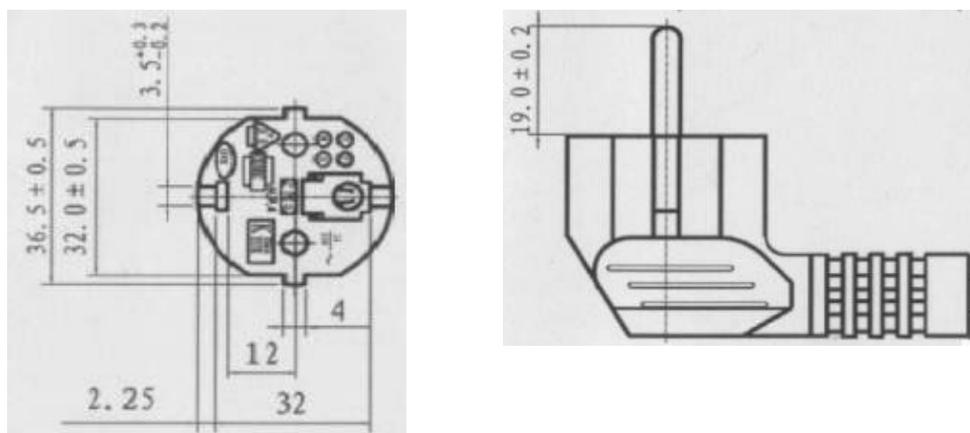
Se dispondrá en cada vagón de una conexión a una fuente de alimentación eléctrica de 3 000 VA a 230 V y 50 Hz, a fin de poder utilizar equipos de limpieza industrial. Esta alimentación debe estar disponible de forma simultánea en todos los vagones de la rama. Los enchufes eléctricos instalados en el interior del tren deben situarse de modo que ninguna parte del vagón que requiera limpieza se encuentre a más de 12 metros de uno de estos enchufes.

## 4.2.9.4.2 Enchufes eléctricos

Los enchufes eléctricos interiores serán compatibles con los conectores conformes con la norma CEE 7, hoja VII (16 A-250 V, compárese con la figura 5).

Figura 5

**Conector conforme a la norma CEE 7, hoja VII (no se indican todas las medidas)**



Las medidas y tolerancias se indican únicamente a título informativo. Las medidas y tolerancias se corresponderán con la norma referida.

## 4.2.9.5 Equipos de reposición de agua

## 4.2.9.5.1 Generalidades

Los equipos nuevos utilizados para el suministro de agua en la red interoperable trabajarán con agua potable, de conformidad con la Directiva 98/83/CE, y su modo de funcionamiento deberá asegurar que el agua suministrada al último elemento de las partes fijas de estas instalaciones se ajuste a la calidad especificada por la misma Directiva para el agua destinada al consumo humano.

## 4.2.9.5.2 Adaptadores para el llenado de agua

Los adaptadores para el llenado de agua son componentes de interoperabilidad, definidos en el anexo M V.

## 4.2.9.6 Equipos de reposición de arena

Los areneros se llenan normalmente durante las operaciones programadas de mantenimiento del tren que se realizan en talleres especializados. Sin embargo, si es preciso, se dispondrá de arena que cumpla las especificaciones locales para este uso, a fin de que puedan llenarse los areneros y el material rodante pueda continuar en servicio comercial hasta su regreso al centro de mantenimiento.

#### 4.2.9.7 Requisitos especiales para el estacionamiento de trenes

El material rodante debe diseñarse de modo que:

- no sea necesaria una supervisión periódica mientras se mantenga estacionado y conectado eléctricamente a un sistema de alimentación eléctrica;
- pueda configurarse para distintos niveles funcionales (por ejemplo, reserva activa, preparación, etc.);
- la ausencia de tensión eléctrica no cause daños en los componentes del material rodante.

#### 4.2.9.8 Equipos de repostaje

Cuestión pendiente.

#### 4.2.10 Mantenimiento

##### 4.2.10.1 Responsabilidades

Toda actividad de mantenimiento que se efectúe en el material rodante se realizará con arreglo a las disposiciones de la presente ETI.

Todo mantenimiento se llevará a cabo de conformidad con el expediente de mantenimiento aplicable al material rodante.

El expediente de mantenimiento se gestionará de manera acorde con las disposiciones especificadas en la presente ETI.

Tras la entrega del material rodante y su aceptación, una sola entidad asumirá la responsabilidad de la gestión de los cambios que afectan a la integridad del diseño, del mantenimiento del material rodante y de la gestión del expediente de mantenimiento.

En el registro de material rodante se consignará la entidad responsable del mantenimiento y de la gestión del expediente de mantenimiento.

##### 4.2.10.2 El expediente de mantenimiento

El expediente de mantenimiento se compone de los siguientes elementos:

- Expediente de justificación del diseño del mantenimiento
- Documentación técnica

##### 4.2.10.2.1 Expediente de justificación del diseño del mantenimiento

El expediente de justificación del diseño del mantenimiento:

- describe los métodos utilizados para diseñar el mantenimiento;
- describe los ensayos, investigaciones y cálculos realizados durante el diseño del mantenimiento;
- facilita los datos pertinentes utilizados para este fin y justifica su origen;
- describe los recursos necesarios para el mantenimiento del material rodante.

Este expediente deberá contener los siguientes elementos:

- El nombre y del departamento del fabricante o empresa ferroviaria responsable del expediente de mantenimiento.
- Precedentes, principios y métodos utilizados en el diseño del mantenimiento del vehículo.

- Perfil de utilización (límites de utilización normal del vehículo (por ejemplo, km/mes, límites climáticos, tipo de carga autorizados, etc.) que se ha tenido en cuenta para diseñar el mantenimiento).
- Ensayos, investigaciones y cálculos realizados.
- Datos pertinentes utilizados para diseñar el mantenimiento, y origen de aquellos (experiencia, ensayos, etc.).
- Responsabilidad y trazabilidad del proceso de diseño (nombre, cualificación y cargo del autor de cada documento y la persona que lo aprueba).
- Recursos necesarios para el mantenimiento (por ejemplo, tiempo necesario para las inspecciones, sustitución de piezas, vida útil de los componentes, etc.).

#### 4.2.10.2.2 Documentación de mantenimiento

La documentación de mantenimiento comprende todos los documentos necesarios para gestionar y llevar a cabo el mantenimiento de un vehículo. Constará de dos partes:

- 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: Contiene las descripciones técnicas de las piezas de repuesto (unidades sustituibles), permitiendo la identificación y adquisición de las piezas correctas.
- Límites de seguridad e interoperabilidad: Para los componentes o piezas que puedan afectar a la seguridad o a la interoperabilidad conforme a la presente ETI, este documento establece los límites medibles que no deberán excederse en servicio (incluida la explotación en modo degradado). Los datos críticos para la seguridad (véase la Directiva 96/48/CE modificada por la letra e) del apartado 5 del artículo 14 de la Directiva 2004/50/CE) relacionados con el mantenimiento programado del vehículo se consignarán en el registro de material rodante.
- Obligaciones legales europeas: Cuando los componentes o sistemas estén sujetos a obligaciones legales europeas específicas, se relacionarán dichas obligaciones.
- Plan de mantenimiento
  - Lista, calendario y criterios de todas las operaciones de mantenimiento preventivo programadas.
  - Lista y criterios de las operaciones de mantenimiento preventivo condicional.
  - Lista de operaciones de mantenimiento correctivo.
  - Operaciones de mantenimiento regidas por condiciones de uso específicas.

Se deberá describir el nivel de las operaciones de mantenimiento.

Nota: Algunas operaciones de mantenimiento, como las renovaciones generales o las grandes reparaciones, quizá no puedan estar definidas en el momento en que se ponga en servicio el vehículo. En este caso se indicarán la responsabilidad y los procedimientos para definir dichas operaciones.

- Manuales y folletos de mantenimiento

Por cada operación de mantenimiento enumerada en el plan de mantenimiento, el manual describe la lista de tareas que deben realizarse.

Si las tareas de mantenimiento son comunes a diferentes operaciones o a diferentes vehículos, es admisible explicarlas en folletos de mantenimiento específicos.

Los manuales y folletos deben contener la siguiente información:

- Herramientas y medios específicos, incluido el software de servicio.
- Cualificación normalizada o legalmente obligatoria del personal (soldadura, ensayos no destructivos.)
- Requisitos generales relativos a las competencias en las áreas mecánica, eléctrica, de fabricación, etc.
- Disposiciones sobre salud y seguridad en el trabajo y las actividades de explotación (incluida la normativa vigente en materia de control del uso de sustancias peligrosas para la salud y la seguridad).
- Disposiciones medioambientales.
- Pormenores de las tareas mínimas que deberán realizarse:
  - Instrucciones de desmontaje/montaje
  - Criterios de mantenimiento
  - Comprobaciones y ensayos
  - Herramientas y materiales necesarios para la tarea
  - Consumibles necesarios para la tarea
  - Equipos de seguridad y protección personal
- Ensayos y procedimientos necesarios que han de llevarse a cabo después de cada operación de mantenimiento, antes de la puesta en servicio.
- Trazabilidad y registros.
- Manual de localización y diagnóstico de averías, con diagramas funcionales y esquemas de los sistemas.

#### 4.2.10.3 Gestión del expediente de mantenimiento

El expediente de mantenimiento lo entregará con el primer tren o vehículo de una serie, bien el fabricante, bien la empresa ferroviaria; se someterá a los procesos especificados en el apartado 6.2.4 de la presente ETI antes de su puesta en servicio. Este apartado no se aplica a los prototipos que se utilicen con fines de evaluación.

Tras la puesta en servicio del primer tren o vehículo de una serie, la empresa ferroviaria es la responsable de la gestión del expediente de mantenimiento perteneciente al material rodante cuya responsabilidad de gestión le corresponda, en relación con las disposiciones especificadas en la presente ETI. Esto incluye un proceso de revisión periódica del expediente de mantenimiento para asegurar el cumplimiento de los requisitos esenciales.

El expediente de mantenimiento se gestionará de acuerdo con los procesos definidos en el sistema homologado de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria.

En caso de asumir el mantenimiento del material rodante, la empresa ferroviaria se asegurará de que existen procesos para gestionar el mantenimiento y la integridad de explotación del material rodante, lo cual incluye los siguientes elementos:

- Información en el registro de material rodante.
- Gestión de activos, incluidos registros de todas las operaciones de mantenimiento de material rodante realizadas y pendientes (que se someterán a plazos específicos de conservación de los distintos niveles de archivo).

- Software, si procede.
- Procedimientos de recepción y tratamiento de información específica relacionada con la integridad operativa del material rodante, motivados por la aparición de cualquier circunstancia, por ejemplo, un incidente de explotación o de mantenimiento, que pueda afectar a la integridad de seguridad del material rodante.
- Procedimientos para la determinación, generación y difusión de información específica relacionada con la integridad operativa del material rodante, motivados por la aparición de cualquier circunstancia, por ejemplo, un incidente de explotación o de mantenimiento, que pueda afectar a la integridad de seguridad del material rodante, detectada durante una actividad de mantenimiento.
- Perfiles de servicio del material rodante (incluidos, entre otros, los kilómetros totales recorridos).
- Procesos de protección y validación de tales sistemas.

De conformidad con las disposiciones del anexo III de la Directiva 2004/49, el sistema de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria debe demostrar que se están tomando medidas de mantenimiento que permitan garantizar que en todo momento se cumplen los requisitos esenciales y las prescripciones de la presente ETI, incluidos los que figuran en el expediente de mantenimiento.

Si la responsabilidad del mantenimiento del material rodante recae sobre entidades distintas de la empresa ferroviaria que lo utiliza, esta última deberá cerciorarse de que se aplican todos los procesos de mantenimiento pertinentes. Este proceso también deberá describirse adecuadamente en el sistema de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria.

La entidad responsable del mantenimiento del material rodante se asegurará de que la empresa ferroviaria explotadora dispone de información fiable sobre los procesos de mantenimiento y los datos especificados, y acreditará, a solicitud de la empresa ferroviaria explotadora, que dichos procesos garantizan la conformidad del material rodante con los requisitos esenciales de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE.

#### 4.2.10.4 Gestión de la información de mantenimiento

La entidad responsable del mantenimiento del material rodante se asegurará de que dispone de procesos para la gestión de la información relativa a la gestión, mantenimiento e integridad en servicio del material rodante, así como de derechos de acceso a la misma. Todas las partes operativamente implicadas en este proceso facilitarán la información de mantenimiento necesaria, que incluirá:

- Registro de material rodante.
- Información de gestión de configuraciones.
- Sistemas de información de gestión de mantenimiento, incluidos registros de todas las operaciones de mantenimiento de material rodante realizadas y pendientes (que se someterán a plazos específicos de conservación de los distintos niveles de archivo).
- Procedimientos de gestión para la recepción y tratamiento de la información específica relacionada con la integridad en servicio del material rodante, incluidos los incidentes de explotación o de mantenimiento que puedan afectar a la integridad de la seguridad del material rodante.
- Procedimientos de gestión para la determinación, generación y difusión de la información específica relacionada con la integridad en servicio del material rodante, incluidos los incidentes de explotación o de mantenimiento que puedan afectar a la integridad de la seguridad del material rodante y que se detecten durante cualquier actividad de mantenimiento, incluida la reparación de piezas.
- Perfiles de servicio del material rodante (por ejemplo, kilómetros).
- Procesos de gestión de la seguridad para la protección y validación de los sistemas de información.

#### 4.2.10.5 Puesta en práctica del mantenimiento

La empresa ferroviaria programará turnos de servicio, de forma que cada tren regrese a intervalos escalonados a unas bases designadas donde se realizarán las principales operaciones de mantenimiento a frecuencias compatibles con el diseño y fiabilidad de los trenes de alta velocidad.

Si un tren se encuentra en estado degradado, se acordarán las condiciones en las que pueden realizarse ciertos trabajos de reparación para permitir su retorno con seguridad a una base designada y las condiciones especiales de servicio, caso por caso, entre los administradores de las infraestructuras y la empresa ferroviaria o por medio de un documento como el que se indica en el apartado 4.2.1.

### 4.3 **Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces**

#### 4.3.1 Generalidades

Desde el punto de vista de la compatibilidad técnica, las interfaces del subsistema «Material Rodante» con el resto de subsistemas son las siguientes:

- Diseño de los trenes
- Dispositivo de vigilancia del conductor
- Sistema de electrificación
- Equipos de control del tren de a bordo
- Altura de los andenes
- Mandos de las puertas
- Salidas de emergencia
- Faros
- Acoplamientos de emergencia
- Contacto rueda/carril
- Control de estado de los cojinetes de los ejes
- Alarma de viajeros
- Efectos de las ondas de presión
- Efecto de los vientos transversales
- Frenos que no utilizan la adherencia rueda/carril
- Lubricación de las pestañas
- Coeficiente de flexibilidad

Estas interfaces se definen en los apartados siguientes a fin de asegurar el desarrollo de una red transeuropea de alta velocidad coherente.

A la luz de los requisitos esenciales señalados en la sección 3, las especificaciones funcionales y técnicas se disponen por subsistemas en el orden siguiente:

- Subsistema «Infraestructura»
- Subsistema «Energía»

- Subsistema «Control-mando y señalización»
- Subsistema «Explotación»

Para cada una de estas interfaces, las especificaciones se disponen en el mismo orden que en el apartado 4.2, del modo siguiente:

- Estructuras y partes mecánicas
- Interacción vía y gálibo
- Frenos
- Información y comunicaciones a los viajeros
- Condiciones ambientales
- Protección del sistema
- Equipos de tracción y eléctricos
- Puesta a punto
- Mantenimiento

La lista siguiente indica los subsistemas que tienen vinculación con los parámetros básicos de la presente ETI:

— **Estructuras y partes mecánicas (apartado 4.2.2):**

Diseño de los trenes (apartado 4.2.1.2): *subsistema «Explotación».*

Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes (apartado 4.2.2.2): *subsistema «Explotación».*

Resistencia de la estructura del vehículo (apartado 4.2.2.3): no se han identificado interfaces.

Acceso (apartado 4.2.2.4): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Retretes (apartado 4.2.2.5): *subsistema «Explotación».*

Cabina del conductor (apartado 4.2.2.6): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Control-mando y señalización».*

Parabrisas y frontal del tren (apartado 4.2.2.7): *subsistema «Control-mando y señalización».*

— **Interacción vehículo/vía y gálibo (apartado 4.2.3):**

Gálibo cinemático (apartado 4.2.3.1): *subsistema «Infraestructura».*

Carga estática por eje (apartado 4.2.3.2): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Control-mando y señalización».*

Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra (apartado 4.2.3.3): *subsistema «Infraestructura», subsistema «Control-mando y señalización» y subsistema «Explotación».*

Comportamiento dinámico del material rodante (apartado 4.2.3.4): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Longitud máxima de los trenes (apartado 4.2.3.5): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Rampas y pendientes máximas (apartado 4.2.3.6): *subsistema «Infraestructura».*

Radio de curva mínimo (apartado 4.2.3.7): *subsistema «Infraestructura».*

Lubricación de las pestañas (apartado 4.2.3.8): *subsistema «Infraestructura».*

Coefficiente de suspensión (apartado 4.2.3.9): *Subsistema «Energía».*

Enarenado (apartado 4.2.3.10): *Subsistema «Control-mando y señalización» y subsistema «Explotación».*

Efectos aerodinámicos sobre balasto (apartado 4.2.3.11): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

— **Frenado (apartado 4.2.4):**

Prestaciones de frenado (apartado 4.2.4.1): *Subsistema «Control-mando y señalización» y subsistema «Explotación».*

Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno (apartado 4.2.4.2): no se han identificado interfaces.

Requisitos del sistema de frenado (apartado 4.2.4.3): *subsistema «Energía» y subsistema «Explotación».*

Características de los frenos de servicio (apartado 4.2.4.4): no se han identificado interfaces.

Frenos de Foucault (apartado 4.2.4.5): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Protección de un tren inmovilizado (apartado 4.2.4.6): *subsistema «Explotación».*

Prestaciones de frenado en rampas o pendientes acusadas (apartado 4.2.4.7): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

— **Información y comunicaciones a los viajeros (apartado 4.2.5):**

Sistema de megafonía (apartado 4.2.5.1): *subsistema «Explotación».*

Letreros informativos para los viajeros (apartado 4.2.5.2): no se han identificado interfaces.

Alarma de viajeros (apartado 4.2.5.3): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

— **Condiciones ambientales (apartado 4.2.6):**

Condiciones ambientales (apartado 4.2.6.1): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Cargas aerodinámicas del tren al aire libre (apartado 4.2.6.2): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Viento cruzado (apartado 4.2.6.3): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Variaciones máximas de la presión en los túneles (apartado 4.2.6.4): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Ruido exterior (apartado 4.2.6.5): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Interferencias electromagnéticas exteriores (apartado 4.2.6.6): *subsistema «Energía» y subsistema «Control-mando y señalización».*

— **Protección del sistema (apartado 4.2.7):**

Salidas de emergencia (apartado 4.2.7.1): *subsistema «Explotación».*

Seguridad contra incendios (apartado 4.2.7.2): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Protección contra choques eléctricos (apartado 4.2.7.3): no se han identificado interfaces.

Luces exteriores (apartado 4.2.7.4): *subsistema «Infraestructura», subsistema «Energía», subsistema «Control-mando y señalización» y subsistema «Explotación».*

Bocina (apartado 4.2.7.4): *subsistema «Explotación».*

Procedimientos de elevación y rescate (apartado 4.2.7.5): *subsistema «Explotación».*

Ruido interior (apartado 4.2.7.6): *subsistema «Explotación».*

Aire acondicionado (apartado 4.2.7.7): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

Dispositivo de vigilancia del conductor (apartado 4.2.7.8): *subsistema «Explotación».*

Sistema de control-mando y señalización (apartado 4.2.7.9): *Subsistema «Control-mando y señalización».*

Conceptos de supervisión y diagnóstico (apartado 4.2.7.10): *Subsistema «Control y mando; señalización» y subsistema «Explotación».*

Especificación particular para túneles (apartado 4.2.7.11): *subsistema «Infraestructura», subsistema «Control y mando; señalización» y subsistema «Explotación».*

Sistema de alumbrado de emergencia (apartado 4.2.7.12): no se han identificado interfaces.

Software (apartado 4.2.7.13): no se han identificado interfaces.

— **Equipos de tracción y eléctricos (apartado 4.2.8):**

Requisitos de prestaciones de tracción (apartado 4.2.8.1): *subsistema «Explotación».*

Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción (apartado 4.2.8.2): *subsistema «Explotación».*

Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica (apartado 4.2.8.3): *subsistema «Energía», subsistema «Control-mando y señalización» y subsistema «Explotación».*

— Puesta a punto (apartado 4.2.9): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

— Mantenimiento (apartado 4.2.10): *subsistema «Infraestructura» y subsistema «Explotación».*

4.3.2 Subsistema «Infraestructura»

4.3.2.1 Acceso

En el apartado 4.2.2.4.1 de la presente ETI se especifica la posición de los estribos de acceso. Esta posición depende de la posición del borde del andén, que está especificada en los apartados 4.2.20.4 y 4.2.20.5 de la ETI «Infraestructura» de 2006.

4.3.2.2 Cabina del conductor

En el apartado 4.2.2.6 de la presente ETI se especifica que la cabina será accesible por ambos lados del tren desde tierra o desde el andén. La altura del andén, medida desde el nivel del carril, está especificada en el apartado 4.2.20.4 de la ETI «Infraestructura» de 2006.

- 4.3.2.3 Gálibo cinemático
- En el apartado 4.2.3.1 de la presente ETI se establece que el material rodante se ajustará a uno de los gálibos cinemáticos que se especifican en el anexo C de la ETI «Material rodante ferroviario convencional» de 2005. Los gálibos de infraestructura correspondientes se especifican en el apartado 4.2.3 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece el gálibo cinemático que deberá cumplir el material rodante en cada línea en la que preste servicio.
- 4.3.2.4 Carga estática por eje
- En el apartado 4.2.3.2 de la presente ETI se establece la máxima carga estática por eje admisible para distintos tipos de material rodante. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2.13 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.5 Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra
- En el apartado 4.2.3.3.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el control de estado de los cojinetes de los ejes por parte de los detectores de cajas de grasas calientes desde tierra. Los requisitos mínimos de gálibo de infraestructura están establecidos en el apartado 4.2.3 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.6 Comportamiento dinámico del material rodante y perfiles de las ruedas
- En el apartado 4.2.3.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el comportamiento dinámico del mismo y, en especial, los parámetros del perfil de las ruedas. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de la infraestructura y, en especial, los parámetros del perfil del carril, están establecidos en los apartados 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11, 4.2.12 y 5.3.1.1 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.7 Longitud máxima de los trenes
- En el apartado 4.2.3.5 de la presente ETI se especifica la longitud máxima del tren. La longitud máxima del andén se especifica en el apartado 4.2.20.2 de la ETI «Infraestructura» de 2006; el registro de infraestructuras establece, para cada una de las líneas, la longitud mínima que deberán tener los andenes en las que está previsto que paren los trenes de alta velocidad.
- 4.3.2.8 Pendientes y rampas máximas
- En el apartado 4.2.3.6 de la presente ETI se especifica que los trenes deberán poder arrancar, circular y parar en todas las líneas para las que hayan sido diseñados para prestar servicio. La rampa o pendiente máxima se especifica en el apartado 4.2.5 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece la rampa o pendiente máxima de cada línea.
- 4.3.2.9 Radio mínimo de curva
- En el apartado 4.2.3.7 de la presente ETI se especifica que los trenes deberán poder tomar curvas del radio mínimo establecido en todas las líneas para las que arrancar, circular y parar en todas las líneas para las que hayan sido diseñados para prestar servicio. El radio mínimo de curva se especifica en los apartados 4.2.6, 4.2.8 y 4.2.25 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece el radio mínimo de curva por cada línea en vías de alta velocidad y en vías de apartado.
- 4.3.2.10 Lubricación de las pestañas
- No existe ninguna interfaz con la ETI «Infraestructura» que se refiera a la lubricación de las pestañas.
- 4.3.2.11 Levantamiento de balasto
- En el apartado 4.2.3.11 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los efectos aerodinámicos sobre el balasto. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.27 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.12 Frenos de Foucault
- En el apartado 4.2.4.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los frenos de Foucault. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.13 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece las condiciones de uso de los frenos de Foucault en cada línea.

- 4.3.2.13 Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas
- En el apartado 4.2.4.7 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.5 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece la rampa o pendiente máxima en cada línea.
- 4.3.2.14 Alarma de viajeros
- No existe ninguna interfaz con la ETI «Infraestructura» que se refiera a la alarma de viajeros.
- 4.3.2.15 Condiciones ambientales
- No existe ninguna interfaz con la ETI «Infraestructura» que se refiera a las condiciones ambientales.
- 4.3.2.16 Cargas aerodinámicas del tren al aire libre
- En el apartado 4.2.3.11 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las cargas aerodinámicas del tren al aire libre. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en los apartados 4.2.4, 4.2.14.7 y 4.4.3 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.17 Viento cruzado
- En el apartado 4.2.6.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el viento cruzado. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.17 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.18 Variación máxima de la presión en túneles
- En el apartado 4.2.6.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la variación máxima de la presión en túneles. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.16 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.19 Ruido exterior
- En el apartado 4.2.6.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones relativas al ruido exterior emitido por el material rodante. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.19 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.20 Seguridad contra incendios
- En el apartado 4.2.7.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones relativas a la seguridad contra incendios en los trenes que circulan por túneles o tramos elevados de más de 5 km de longitud. Las especificaciones que afectan al sistema de infraestructuras, en relación con túneles o tramos elevados, se especifican en el apartado 4.2.21 de la ETI «Infraestructura» de 2006, y el registro de infraestructuras establece dónde se encuentran o cómo se identifican los túneles o tramos elevados de más de 5 km de longitud en cada línea.
- 4.3.2.21 Faros
- Existe una interfaz entre los faros (apartado 4.2.7.4.1.1 de la presente ETI) en términos de iluminancia y las características de la ropa reflectante del personal que trabaja en la vía o en sus proximidades, descrita en el apartado 4.7 de la ETI «Infraestructura» de 2006.
- 4.3.2.22 Especificación particular para túneles
- En el apartado 4.2.7.11 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la circulación por túneles. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.21 de la ETI «Infraestructura» de 2006 y el registro de infraestructuras establece dónde se encuentran o cómo se identifican los túneles en cada línea.

## 4.3.2.23 Puesta a punto

En el apartado 4.2.9 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la puesta a punto. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de infraestructuras se encuentran en el apartado 4.2.26 de la ETI «Infraestructura» de 2006.

## 4.3.2.24 Mantenimiento

No existe ninguna interfaz con la ETI «Infraestructura» que se refiera al mantenimiento.

## 4.3.3 Subsistema «Energía»

## 4.3.3.1 Reservado

## 4.3.3.2 Requisitos del sistema de frenado

En los apartados 4.2.4.3 y 4.2.8.3.1.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los requisitos de frenado de recuperación. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de energía se encuentran en el apartado 4.2.4 de la ETI «Energía de alta velocidad» de 2006 y el registro de infraestructuras establece cuándo se aplican dichas especificaciones en cada línea.

## 4.3.3.3 Interferencias electromagnéticas exteriores

En el apartado 4.2.6.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las interferencias electromagnéticas exteriores. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de energía se encuentran en el apartado 4.2.6 de la ETI «Energía» de 2006.

## 4.3.3.4 Faros

Existe una interfaz entre los faros (apartado 4.2.7.4.1.1 de la presente ETI) en términos de iluminancia y las características de la ropa reflectante del personal que trabaja en la vía o en sus proximidades, descrita en el apartado 4.7 de la ETI «Energía» de 2006.

## 4.3.3.5 Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica

En el apartado 4.2.8.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la alimentación eléctrica. Las especificaciones correspondientes referentes al subsistema de energía se encuentran en los apartados 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.9.1, 4.2.9.2, 4.2.10, 4.2.11, 4.2.14, 4.2.15, 4.2.16, 4.2.17, 4.2.18, 4.2.19, 4.2.20, 4.2.21, 4.2.22, 4.2.23, 4.2.24 y 4.2.25 de la ETI «Energía» de 2006. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de energía, relacionadas con la posición de la catenaria, se encuentran en el apartado 4.2.9 de la ETI «Energía» de 2006.

## 4.3.4 Subsistema «Control-mando y señalización»

## 4.3.4.1 Cabina del conductor

En el apartado 4.2.2.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la visibilidad externa de las señales por parte del conductor. La posición de las señales se especifica en el apartado 4.2.16 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

## 4.3.4.2 Parabrisas y frontal del tren

En el apartado 4.2.2.7 de la presente ETI se especifica que el parabrisas no modificará el color de las señales. El color de las señales se especifica en el apartado 4.2.16 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.3 Carga estática por eje

En el apartado 4.2.3.2 de la presente ETI se especifican las cargas estáticas por eje mínimas. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.11 y en el anexo A, apéndice 1, apartado 3.1 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.4 Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra

El apartado 4.2.3.3.2.3 de la presente ETI detalla las especificaciones del material rodante en relación con los parámetros que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra y, en particular, la resistencia eléctrica de los juegos de ruedas y el control de estado de los cojinetes de los ejes. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en los apartados 4.2.10 y 4.2.11 y en el anexo A, apéndice 1, apartados 1 a 4 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.5 Enarenado

En el apartado 4.2.3.10 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante relativas a la limitación del enarenado en relación con la interfaz con el subsistema de control-mando y señalización. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.11 y en el anexo A, apéndice 1, apartado 4.1 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.6 Prestaciones de frenado

En el apartado 4.2.4.1 de la presente ETI se especifica que es admisible que el administrador de la infraestructura defina requisitos adicionales debido a la presencia diferentes sistemas de control-mando y señalización clase B en su parte de la red. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 y el registro de infraestructuras establece dichas especificaciones.

En el apartado 4.2.4.7 de la presente ETI se especifica la capacidad de frenado en rampas y pendientes acusadas y en el apartado 6.2.1.2 y en el anexo C de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 se define cómo se transmite al tren la información relativa a la limitación de rampas y pendientes.

#### 4.3.4.7 Interferencias electromagnéticas

En el apartado 4.2.6.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las interferencias electromagnéticas. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.12 y en el anexo A, índice A6, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.8 Sistema de control-mando y señalización

En el apartado 4.2.7.9 de la presente ETI se detallan las especificaciones que afectan al material rodante en relación con el sistema de control-mando y señalización y, en particular, la localización del eje montado y las ruedas. Las especificaciones correspondientes que afectan a la localización del eje montado y las ruedas se encuentran en el apartado 4.2.11 y en el anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006. La posición de las antenas de a bordo del sistema de control-mando y señalización se especifica en los apartados 4.2.2 y 4.2.5 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

En el punto 4.2.7.9.1 de la presente ETI se especifica que la prestación de servicio en un determinado modo degradado del subsistema de control-mando y señalización se especifica en el apartado 4.2.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006. En el apartado 4.2.7.14 de la presente ETI se especifica la visualización del sistema europeo de control del tráfico para las cabinas de conducción. Los requisitos específicos del subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.9 Conceptos de supervisión y diagnóstico

En el apartado 4.2.7.10 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los conceptos de supervisión y diagnóstico. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en el apartado 4.2.2 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.10 Especificación particular para túneles

En el apartado 4.2.7.11 de la presente ETI se especifica que es admisible que la tapa de la abertura de entrada o salida de aire de los sistemas de aire acondicionado esté cerrada durante la circulación por túneles. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización en relación con la transmisión desde tierra de la señal de cierre o apertura de estas tapas se encuentran en los apartados 4.2.2 y 4.2.3 del anexo A, índices 7 y 33, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.11 Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica

En los apartados 4.2.8.3.6.9 y 4.2.8.3.6.10 de la presente se especifica que los equipos de a bordo deben cumplir los requisitos transmitidos por los dispositivos del subsistema de control-mando y señalización al cruzar separaciones de fase y de sistema del subsistema de energía. Las especificaciones correspondientes que afectan al subsistema de control-mando y señalización se encuentran en los apartados 4.2.2 y 4.2.3 y en el anexo A, índices 7 y 33, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

#### 4.3.4.12 Luces delanteras del vehículo

Existe una interfaz entre los faros (apartado 4.2.7.4.1.1 de la presente ETI) en términos de iluminancia y de las características de la ropa reflectante del personal que trabaja en la vía o en sus proximidades, descrita en el apartado 4.7 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

En el apartado 4.2.16 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006 se especifica que los letreros retroreflectantes cumplirán los requisitos para el servicio de conformidad con el apartado 4.2.7.4.1.1 de la ETI «Material rodante de alta velocidad».

#### 4.3.5 Subsistema «Explotación»

##### 4.3.5.1 Diseño de los trenes

En el apartado 4.2.12 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el diseño de los trenes. En el apartado 4.2.2.5 y en los anexos H, J y L de la ETI «Explotación» de 2006 se especifican las normas para la composición de los trenes.

##### 4.3.5.2 Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes

En el apartado 4.2.2.2 de la presente ETI y su anexo K se detallan las especificaciones del material rodante relacionadas con los enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes y, en particular, los requisitos relativos a la explotación en la parte 2 del anexo K. Las especificaciones correspondientes se encuentran en los apartados 4.2.2.5, 4.2.3.6.3 y 4.2.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.

##### 4.3.5.3 Acceso

En el apartado 4.2.2.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los estribos y puertas de acceso para viajeros. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2.2.4 de la ETI «Explotación» de 2006.

##### 4.3.5.4 Aseos

En el apartado 4.2.2.5 de la presente ETI se especifican los requisitos aplicables al sistema de descarga de los retretes. No existen especificaciones relativas a las normas de elaboración de la lista de turnos de servicio y a la puesta a punto de los retretes en la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.5 Parabrisas y frontal del tren

En el apartado 4.2.2.7 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el parabrisas. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de visibilidad se encuentran en el apartado 4.3.2.4 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.6 Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra

En el apartado 4.2.3.3.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el control de estado de los cojinetes de los ejes. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de explotación en caso de detección de avería se encuentran en el apartado 4.2.3.6 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.7 Comportamiento dinámico del material rodante

En el apartado 4.2.3.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con su comportamiento dinámico. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de explotación en caso de detección de inestabilidad se encuentran en el apartado 4.2.3.6 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.8 Longitud máxima de los trenes

En el apartado 4.2.3.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la máxima longitud de los trenes. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de explotación cuando no coinciden la longitud del tren y la longitud del andén se encuentran en los apartados 4.2.2.5, 4.2.3.6.3 y 4.2.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.9 Enarenado

En el apartado 4.2.3.10 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el enarenado. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de enarenado manual o a la inhibición del enarenado automático por el conductor se encuentran en el apartado C.1 del anexo B y el anexo H de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.10 Levantamiento de balasto

En el apartado 4.2.3.11 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el levantamiento de balasto. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de reducción de velocidad, en caso de ser necesaria, se encuentran en el apartado 4.2.1.2.2.3 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.11 Prestaciones de frenado

En el apartado 4.2.4.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las prestaciones de frenado. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de uso de los frenos se encuentran en los apartados 4.2.2.5.1, 4.2.2.6.1 y 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.12 Requisitos del sistema de frenado

En el apartado 4.2.4.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los requisitos del sistema de frenado. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de uso de los frenos se encuentran en los apartados 4.2.2.5.1, 4.2.2.6.1 y 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.13 Frenos de Foucault

En el apartado 4.2.4.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los frenos de Foucault. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de uso de los frenos de Foucault se encuentran en el apartado 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.

- 4.3.5.14 Protección de un tren inmovilizado
- En el apartado 4.2.4.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la protección de un tren inmovilizado. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de inmovilización del tren cuando no basta el freno de estacionamiento se encuentran en el apartado 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.15 Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas
- En el apartado 4.2.4.7 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de restricción de la velocidad se encuentran en los apartados 4.2.1.2.2.3 y 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.16 Sistema de megafonía
- En el apartado 4.2.5.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el sistema de megafonía. No existen especificaciones relativas a las normas de uso del sistema de megafonía en la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.17 Alarma de viajeros
- En el apartado 4.2.5.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la alarma de viajeros. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2.2.4 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.18 Condiciones ambientales
- En el apartado 4.2.6.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las condiciones ambientales. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de admisión del material rodante no conforme con las condiciones ambientales se encuentran en los apartados 4.2.2.5 y 4.2.3.3.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.19 Cargas aerodinámicas del tren al aire libre
- En el apartado 4.2.6.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las cargas aerodinámicas del tren al aire libre. No existen especificaciones relativas a las normas de seguridad aplicables a los trabajadores de la vía o a los viajeros en la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.20 Viento cruzado
- En el apartado 4.2.6.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el viento cruzado. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de restricción de la velocidad, cuando es necesaria, se encuentran en los apartados 4.2.1.2.2.3 y 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.21 Variación máxima de la presión en túneles
- En el apartado 4.2.6.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la variación máxima de la presión en túneles. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de restricción de la velocidad, cuando es necesaria, se encuentran en los apartados 4.2.1.2.2.3 y 4.2.2.6.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.22 Ruido exterior
- En el apartado 4.2.6.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el ruido exterior, que depende de las condiciones de explotación. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.23 Salidas de emergencia
- En el apartado 4.2.7.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las salidas de emergencia. Las especificaciones correspondientes se encuentran en los apartados 4.2.3.6 y 4.2.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.

- 4.3.5.24 Seguridad contra incendios
- En el apartado 4.2.7.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la seguridad contra incendios. Las especificaciones correspondientes referidas a los procedimientos aplicables en caso de incendio a bordo se encuentran en los apartados 4.2.3.6 y 4.2.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.25 Luces exteriores y bocinas
- En el apartado 4.2.7.4 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las luces exteriores y las bocinas. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de uso de las luces exteriores y las bocinas se encuentran en los apartados 4.2.2.1.2, 4.2.2.1.3 y 4.2.2.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.26 Procedimientos de elevación y rescate
- En el apartado 4.2.7.5 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los procedimientos de elevación y rescate. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas aplicables a los procedimientos de elevación y rescate se encuentran en el apartado 4.3.2.7 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.27 Ruido interior
- En el apartado 4.2.7.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el ruido interior, que depende de las condiciones de explotación. No hay ninguna especificación en la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.28 Aire acondicionado
- En el apartado 4.2.7.7 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el aire acondicionado. No hay especificaciones relativas a las normas de interrupción de la corriente de aire fresco en la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.29 Dispositivo de vigilancia del conductor
- En el apartado 4.2.7.8 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con el dispositivo de vigilancia del conductor. Las especificaciones correspondientes se encuentran en los apartados 4.3.3.2 y 4.3.3.7 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.30 Conceptos de supervisión y diagnóstico
- En el apartado 4.2.7.10 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los conceptos de supervisión y diagnóstico. Se estipulan requisitos adicionales en el apartado 4.2.3.5.2 y en los anexos H y J de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.31 Especificación particular para túneles
- En el apartado 4.2.7.11 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la especificación particular para túneles. Las especificaciones correspondientes referidas a los procedimientos para prevenir la inhalación de vapores en caso de incendio en las inmediaciones del tren se encuentran en los apartados 4.2.1.2.2.1, 4.2.3.7 y 4.6.3.2.3.3 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.32 Requisitos de prestaciones de tracción
- En el apartado 4.2.8.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con las prestaciones de tracción requeridas. Las especificaciones correspondientes referidas a los procedimientos para tener en cuenta estas prestaciones se encuentran en los apartados 4.2.2.5 y 4.2.3.3.2 de la ETI «Explotación» de 2006.
- 4.3.5.33 Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción
- En el apartado 4.2.8.2 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con los requisitos de adherencia rueda/carril de la tracción. Las especificaciones correspondientes referidas a los procedimientos aplicables en caso de degradación de la adherencia rueda/carril se encuentran en los apartados 4.2.3.3.2, 4.2.3.6 y 4.2.1.2.2 y en el apartado C del anexo B de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.34 Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica

En el apartado 4.2.8.3 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la alimentación eléctrica. Las especificaciones correspondientes relativas a los procedimientos aplicables en caso de degradación del sistema de alimentación eléctrica, a las normas de uso de los pantógrafos y a las normas aplicables cuando se circula por secciones de separación de fase o del sistema, se encuentran en los apartados 4.2.3.6 y 4.2.1.2.2 y en el anexo H de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.35 Puesta a punto

En el apartado 4.2.9 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la puesta a punto. No hay especificaciones relativas a los procedimientos de puesta a punto en la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.36 Identificación de los vehículos

En el apartado 4.2.7.15 de la presente ETI se detallan las especificaciones del material rodante en relación con la identificación de los vehículos. Las especificaciones correspondientes referidas a las normas de identificación de los vehículos se encuentran en el apartado 4.2.2.3 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.37 Visibilidad de las señales

En el apartado 4.2.2.6 de la presente ETI se detallan las especificaciones relativas a la visibilidad externa para el conductor. Las especificaciones relativas a las normas de explotación correspondientes se encuentran en los apartados 4.3.1.1, 4.3.2.4 y 4.3.3.6 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.38 Salidas de emergencia

En el apartado 4.2.7.1 de la presente ETI se detallan las especificaciones relativas a las salidas de emergencia. Las especificaciones correspondientes se encuentran en el apartado 4.2.2.4 de la ETI «Explotación» de 2006.

#### 4.3.5.39 Interfaz conductor-máquina (DMI)

En el apartado 4.2.7.14 de la presente ETI se detallan las especificaciones relativas a la visualización del sistema europeo de control del tráfico para las cabinas de conducción. Las especificaciones relativas a las normas de explotación correspondientes se encuentran en el apartado 4.3.2.3 y en el anexo A1 de la ETI «Explotación» de 2006.

### 4.4 Normas de explotación

De acuerdo con los requisitos esenciales definidos en la sección 3, las normas de explotación específicas del material rodante de alta velocidad al que se refiere la presente ETI son las que se indican en el apartado 4.3.5 anterior.

Las normas de explotación que siguen a continuación no forman parte de la evaluación del material rodante.

Las condiciones de servicio en modo degradado forman parte de los sistemas de gestión de la seguridad de las empresas ferroviarias (véase el apartado 4.2.1a).

Además, se harán cumplir las normas de explotación para que un tren parado en una rampa o pendiente como la especificada en el apartado 4.2.4.6 de la presente ETI (Protección de un tren inmovilizado) sea inmovilizado por el personal por medios mecánicos antes de que termine el plazo de dos horas.

La lista de turnos de servicio tendrá en cuenta las necesidades de puesta a punto y mantenimiento programado.

Las normas aplicables al uso del sistema de megafonía, la alarma de viajeros y las salidas de emergencia, así como al funcionamiento de las puertas de acceso y de las tapas de las aberturas del aire acondicionado, serán elaboradas por la empresa ferroviaria.

Las normas de seguridad aplicables a los trabajadores de la vía o a los viajeros en los andenes serán elaboradas por el administrador de la infraestructura.

Las condiciones de explotación serán estipuladas por la empresa ferroviaria a fin de que el nivel de ruido en el interior de la cabina del conductor se mantenga dentro de los límites establecidos en la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido), conforme a las características del material rodante que se especifican en el apartado 4.2.7.6 de la presente ETI.

Las especificaciones relativas a los procedimientos de asistencia a las personas de movilidad reducida se mantienen como cuestión pendiente, a la espera de la disponibilidad de la ETI «Accesibilidad para personas de movilidad reducida» correspondiente al ferrocarril convencional.

Los sellos de los tiradores de emergencia se reemplazarán después de haberse usado.

Los procedimientos de elevación y rescate serán establecidos por la empresa ferroviaria que describa el método, así como los medios de recuperación de un tren descarrilado o de un tren que no pueda moverse con normalidad.

#### 4.5 **Normas de mantenimiento**

De acuerdo con los requisitos esenciales definidos en el capítulo 3, las normas de mantenimiento específicas del subsistema de material rodante de alta velocidad al que se refiere la presente ETI se describen en los siguientes apartados:

- 4.2.3.3.1 Resistencia eléctrica de los juegos de ruedas
- 4.2.3.3.2.1 Control de estado de los cojinetes de los ejes para los trenes clase 1
- 4.2.3.3.2.2 Control de estado de los cojinetes de los ejes para los trenes clase 2 que necesitan detección de cajas de grasas calientes
- 4.2.3.4.8 Valores de conicidad equivalente en servicio
- 4.2.7.3 Protección contra choques eléctricos

Y, en particular, en los apartados:

- 4.2.9 Puesta a punto
- 4.2.10 Mantenimiento

Las normas de mantenimiento permitirán al material rodante cumplir los criterios de evaluación especificados en el capítulo 6 durante toda su vida útil.

El responsable de la gestión del expediente de mantenimiento, tal como se define en el apartado 4.2.10 establecerá las tolerancias e intervalos adecuadamente, para garantizar un cumplimiento permanente de los requisitos. Asimismo decidirá los valores en servicio que no estén especificados en la presente ETI.

Esto significa que los procedimientos de evaluación descritos en el capítulo 6 de la presente ETI deben seguirse para la homologación de tipo, y no son necesariamente adecuados para el mantenimiento. No es obligatorio que se efectúen todos los ensayos en cada mantenimiento, y pueden estar sujetos a tolerancias mayores.

La combinación de las medidas indicadas anteriormente garantiza el cumplimiento con carácter permanente de los requisitos esenciales durante toda la vida útil del material rodante.

#### 4.6 **Competencia profesional**

La cualificación profesional necesaria para la explotación del material rodante de alta velocidad se rige por la ETI «Explotación de alta velocidad» de 2006.

La cualificación necesaria para el mantenimiento del material rodante de alta velocidad se detallarán en la documentación de mantenimiento (véase el apartado 4.2.10.2.2).

#### 4.7 **Condiciones de salud y seguridad**

Las disposiciones de salud y seguridad con respecto al ruido, a la vibración y el aire acondicionado aplicables al personal en los compartimientos de servicio no serán diferentes de las disposiciones mínimas aplicables a los viajeros.

Aparte de los requisitos especificados en los puntos 4.2.2.6 (cabina del conductor), 4.2.2.7 (parabrisas y frontal del tren), 4.2.7.1.2 (salida de emergencia de la cabina del conductor), 4.2.7.2.3.3 (resistencia al fuego), 4.2.7.6 (ruido interior) y 4.2.7.7 (aire acondicionado) y en el plan de mantenimiento (véase el apartado 4.2.10), no hay requisitos adicionales relacionados con la seguridad y la salud que se apliquen al personal de mantenimiento o de explotación en la presente ETI.

#### 4.8 **Registros de infraestructuras y material rodante**

##### 4.8.1 Registro de infraestructuras

Los requisitos aplicables al contenido del registro de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad en relación con el subsistema «Material rodante de alta velocidad» se especifican en los siguientes apartados:

- 1.2. Ámbito de aplicación geográfico
- 4.2.3.4.3 Valores límite de esfuerzo sobre la vía
- 4.2.3.6 Pendientes y rampas máximas
- 4.2.3.7 Radio de curva máximo
- 4.2.4.1 Prestaciones mínimas de frenado
- 4.2.4.3 Requisitos del sistema de frenado
- 4.2.4.5 Frenos de Foucault
- 4.2.4.7 Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas
- 4.2.6.1 Condiciones ambientales
- 4.2.6.6.1 Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones
- 4.2.7.7 Aire acondicionado
- 4.2.8.3 Características de la alimentación eléctrica
- 4.3.2.3 Gálibo cinemático
- 4.3.2.7 Longitud máxima de los trenes
- 4.3.2.8 Pendientes y rampas máximas
- 4.3.2.9 Radio mínimo de curva
- 4.3.2.12 Frenos de Foucault
- 4.3.2.13 Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas
- 4.3.2.14 Alarma de viajeros
- 4.3.2.20 Seguridad contra incendios
- 4.3.2.22 Especificación particular para túneles
- 4.3.3.2 Requisitos del sistema de freno
- 4.3.4.6 Prestaciones de frenado

El administrador de la infraestructura es el responsable de que los datos facilitados para su inclusión en el registro de infraestructura sean fidedignos.

#### 4.8.2 Registro de material rodante

El registro de material rodante contendrá los datos obligatorios que figuran a continuación, relativos a todo el material rodante de alta velocidad, de conformidad con la presente ETI, enumerados en el anexo I.

Si cambia el Estado miembro de matrícula, el contenido del registro que corresponda a ese material rodante de alta velocidad se transferirá desde el Estado original de matrícula al nuevo Estado de matrícula.

Los datos que contiene el registro de material rodante se exigen por parte:

- del Estado miembro, para confirmar que el material rodante de alta velocidad cumple los requisitos de la presente ETI.
- del administrador de la infraestructura, para confirmar que el material rodante es compatible con la infraestructura en la cual va a prestar servicio.
- de la empresa ferroviaria, para confirmar que el material rodante de alta velocidad es idóneo para sus necesidades de tráfico.

### 5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

#### 5.1 Definición

De acuerdo con la letra d) del artículo 2 de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE, es componente de interoperabilidad «todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados o destinados a ser incorporados en un subsistema, del que dependa directa o indirectamente la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad».

El concepto de componente engloba, no sólo objetos materiales, sino también inmateriales, como los programas informáticos.

Los componentes de interoperabilidad descritos en la sección 5.3 son aquellos cuya tecnología, diseño, material y procesos de fabricación y evaluación están definidos y permiten su especificación y evaluación, con independencia del subsistema al que correspondan, de acuerdo con el anexo IV de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

#### 5.2 Soluciones innovadoras

Como se indica en la sección 4 de esta ETI, las soluciones innovadoras pueden exigir nuevas especificaciones o nuevos métodos de evaluación. Estas especificaciones y métodos de evaluación se elaborarán mediante el procedimiento descrito en el apartado 6.1.4.

#### 5.3 Lista de componentes

Los componentes de interoperabilidad se regulan por las disposiciones pertinentes de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE y se enumeran a continuación.

Acopladores automáticos de tope central

Órganos de choque y tracción

Enganches de remolcado para recuperación y rescate

Parabrisas de la cabina del conductor

Ruedas

Faros

Luces de posición

Luces de cola

Bocinas

Pantógrafos

Frotadores

Rácores para los sistemas de descarga de retretes

Carretillas móviles para descarga de retretes

Adaptadores para el llenado de agua

#### 5.4 **Prestaciones y especificaciones de los componentes**

Las características que debe respetar el material rodante de alta velocidad se indican en los siguientes puntos del apartado 4.2:

Acopladores automáticos de tope central [apartado 4.2.2.2.1]

Órganos de choque y tracción [apartado 4.2.2.2.2]

Enganches de remolcado para recuperación y rescate [apartado 4.2.2.2.3]

Parabrisas de las cabinas de conducción [apartado 4.2.2.7]

Ruedas [apartado 4.2.3.4.9.2]

Faros [apartado H.2 del anexo H]

Luces de posición [apartado H.2 del anexo H]

Luces de cola [apartado H.3 del anexo H]

Bocinas [apartado 4.2.7.4.2.5]

Pantógrafos [apartado 4.2.8.3.7]

Frotadores [apartado 4.2.8.3.8]

Rácores para los sistemas de descarga de retretes [Anexo M VI]

Carretillas móviles para descarga de retretes [apartado 4.2.9.3.2]

Adaptadores para el llenado de agua [apartado 4.2.9.5.2]

## 6. **EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O DE LA IDONEIDAD PARA EL USO**

### 6.1. **Componentes de interoperabilidad del subsistema «Material Rodante»**

#### 6.1.1 Evaluación de la conformidad (generalidades)

El fabricante de un componente de interoperabilidad o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá una declaración «CE» de conformidad o una declaración «CE» de idoneidad para el uso, con arreglo al apartado 1 del artículo 13 y al apartado 3 del Anexo IV de la Directiva 96/48, modificada por la Directiva 2004/50/CE, antes de comercializar el componente de interoperabilidad.

En la evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad se incluirán los siguientes módulos (descritos en el anexo F de la presente ETI):

**Módulos para los componentes de interoperabilidad**

Módulo A:	Control interno de producción para las fases de diseño, desarrollo y producción
Módulo A1:	Control interno de diseño con verificación de producto para las fases de diseño, desarrollo y producción.
Módulo B:	Examen de tipo para las fases de diseño y desarrollo
Módulo C:	Conformidad de tipo para la fase de producción
Módulo D:	Sistema de gestión de la calidad de producción para la fase de producción
Módulo F:	Verificación de producto para la fase de producción
Módulo H1:	Sistema de gestión de la calidad total para las fases de diseño, desarrollo y producción
Módulo H2:	Sistema de gestión de la calidad total con examen de diseño para las fases de diseño, desarrollo y producción
Módulo V:	Validación de tipo por la experiencia en servicio (idoneidad para el uso)

Si se necesita que participe un organismo notificado en un módulo:

- El proceso de homologación y el contenido de la evaluación se definirán entre el fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad y el organismo notificado, de acuerdo con los requisitos definidos en la presente ETI.
- Por cada componente de interoperabilidad afectado, el organismo notificado que ha de elegir el fabricante habrá sido autorizado:
  - para evaluar los componentes de interoperabilidad del subsistema de material rodante de alta velocidad, o
  - para evaluar los componentes de interoperabilidad pantógrafo y frotadores del subsistema de energía de alta velocidad, cuando proceda.

En el apartado 6.3 se estipulan las disposiciones transitorias aplicables a los componentes de interoperabilidad que vayan a utilizarse sin certificación.

#### 6.1.2 Procedimientos de evaluación de la conformidad (módulos)

La evaluación de la conformidad deberá referirse a las fases y características indicadas con una X en la tabla D1 del anexo D de la presente ETI. El fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad elegirán uno de los módulos o combinaciones de módulos que se indican en la tabla 22, según el componente requerido.

Tabla 22

#### Módulos de evaluación para los componentes de interoperabilidad

Apartado	Componentes evaluados	Módulo A	Módulo A1 (*)	Módulo B+C	Módulo B+D	Módulo B+F	Módulo H1 (*)	Módulo H2
4.2.2.2.2.1	Acopladores automáticos de tope central		X		X	X	X	X
4.2.2.2.2.2	Órganos de choque y tracción		X		X	X	X	X
4.2.2.2.2.3	Enganche de remolcado para recuperación y rescate		X		X	X	X	X
4.2.2.7	Parabrisas de la cabina del conductor		X		X	X	X	X
4.2.3.4.9.2	Ruedas		X		X	X	X	X

Apartado	Componentes evaluados	Módulo A	Módulo A1 (*)	Módulo B+C	Módulo B+D	Módulo B+F	Módulo H1 (*)	Módulo H2
4.2.7.4.2	Bocinas		X	X	X		X	X
4.2.8.3.7	Pantógrafos		X		X	X	X	X
4.2.8.3.9	Frotadores		X		X	X	X	X
4.2.9.3.2	Carretillas móviles para descarga de retretes	X		X			X	
4.2.9.5.2	Adaptadores para el llenado de agua	X		X			X	
Anexo H apartado H.2	Faros		X	X	X		X	X
Anexo H apartado H.2	Luces de posición		X	X	X		X	X
Anexo H apartado H.3	Faroles Señales de cola		X	X	X		X	X
Anexo M VI	Rácores para el sistema de descarga de retretes	X		X			X	

(\*) Los módulos A1 y H1 son admisibles para soluciones existentes únicamente en las condiciones que se definen en el apartado 6.1.3

### 6.1.3 Soluciones existentes

Si ya se ha evaluado una solución existente para un componente de interoperabilidad para una aplicación comparable y está en el mercado, se aplicará el siguiente procedimiento.

El fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad demostrarán que los resultados de los ensayos y las verificaciones para la evaluación previa de los componentes de interoperabilidad cumplen los requisitos de la presente ETI. En este caso, estos ensayos y verificaciones seguirán siendo válidos para la nueva evaluación. Es admisible la aplicación de los módulos A1 y H1 si están marcados en la tabla 22.

Si no es posible demostrar que la solución se ha verificado con éxito en el pasado, el fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad elegirán los procedimientos de evaluación que correspondan a los módulos o combinaciones de módulos que se indican en la tabla 22. No es admisible la aplicación de los módulos A1 y H1 aunque estén marcados en la tabla 22.

### 6.1.4 Soluciones innovadoras

Si se propone una solución innovadora para un componente de interoperabilidad, según se define en el apartado 5.2, el fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad señalarán las desviaciones del apartado aplicable de la presente ETI y las pondrán en conocimiento de la Agencia Ferroviaria Europea (ERA). La Agencia Ferroviaria Europea elaborará y ultimaré las especificaciones funcionales y de interfaz de los componentes, según convenga, y elaborará los métodos de evaluación.

Las especificaciones funcionales y de interfaz y los métodos de evaluación adecuados así elaborados se incorporarán a la ETI en el proceso de revisión.

La solución innovadora podrá utilizarse antes de su incorporación a la ETI, previa entrada en vigor de una Decisión de la Comisión adoptada de acuerdo con el apartado 2 del artículo 21 de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE.

### 6.1.5 Evaluación de la idoneidad para el uso

La evaluación de la idoneidad para el uso, de conformidad con la validación de tipo del procedimiento de experiencia en servicio (módulo V), según se indica en el anexo F de la presente ETI, es obligatoria para los siguientes componentes de interoperabilidad:

- Ruedas
- Enganches

## 6.2 Subsistema «Material Rodante»

### 6.2.1 Evaluación de la conformidad (generalidades)

De acuerdo con el anexo VI de la Directiva 96/48/CE, la entidad contratante o su mandatario autorizado establecido en la Comunidad presentará una solicitud de evaluación de la conformidad del subsistema de material rodante de alta velocidad y del subsistema energía, cuando proceda, a un organismo notificado de su elección.

Este organismo notificado habrá sido autorizado para evaluar el subsistema de material rodante de alta velocidad y, si es necesario, para evaluar el subsistema de energía de alta velocidad. Cuando no esté autorizado para evaluar el subsistema de energía de alta velocidad, contratará esta evaluación, si es preciso, con otro organismo notificado, a fin de evaluar los requisitos que afectan a la parte de a bordo de este subsistema (véanse los apartados 4.2.8.3 y 4.3.3.4 de la presente ETI).

El solicitante expedirá la declaración «CE» de verificación, de acuerdo con el apartado 1 del artículo 18 y con el anexo VI de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE, una para el subsistema de material rodante de alta velocidad y otra para la parte de a bordo del subsistema energía, si es necesario.

La declaración «CE» de verificación es imprescindible si se desea obtener la autorización para poner el material rodante en servicio.

La evaluación de la conformidad de un subsistema se realizará con arreglo a uno de los siguientes módulos, o combinación de los mismos, de acuerdo con el apartado 6.2.2 y el anexo E de la presente ETI (los módulos se describen en el anexo F de la presente ETI):

#### Módulos para la verificación «CE» de subsistemas

Módulo SB: Examen de tipo para las fases de diseño y desarrollo

Módulo SD: Sistema de gestión de la calidad de producto para la fase de producción

Módulo SF: Verificación de producto para la fase de producción

Módulo SH2: Sistema de gestión de la calidad total con examen de diseño para las fases de diseño, desarrollo y producción

El proceso de homologación y el contenido de la evaluación se definirán entre el solicitante y el organismo notificado, de acuerdo con los requisitos definidos en la presente ETI y de conformidad con las normas establecidas en el capítulo 7 de la misma.

### 6.2.2 Procedimientos de evaluación de la conformidad (módulos)

El solicitante elegirá uno de los módulos o combinaciones de módulos que se indican en la tabla 23.

Tabla 23

#### Módulos de evaluación de subsistemas

Subsistema evaluado	Módulo SB+SD	Módulo SB+SF	Módulo SH2
Subsistema «Material Rodante»	X	X	X
Parte de a bordo del subsistema «Energía», cuando proceda	X	X	X

Las características del subsistema de material rodante que se evaluarán durante las fases pertinentes se indican en la tabla E1 del anexo E de la presente ETI. El solicitante confirmará que cada uno de los subsistemas producidos se ajusta al tipo. Una X en la columna 4 de la tabla E1 del anexo E indica que las características pertinentes serán verificadas mediante el ensayo de cada subsistema individual. El organismo de pruebas se determinará en función del módulo de evaluación que se aplique.

Las características de los componentes de interoperabilidad que se indican en la tabla D1 del anexo D también aparecen en la tabla E1 del anexo E. La evaluación de estas características se avala con la presencia de la declaración «CE» de conformidad y, si procede, la declaración «CE» de idoneidad para el uso. En el apartado 6.2.4 se describe la evaluación del subsistema de mantenimiento.

### 6.2.3 Soluciones innovadoras

Si el material rodante incluye una solución innovadora de acuerdo con la definición de la sección 4.1, el fabricante o la entidad contratante especificará las divergencias del apartado correspondiente de la ETI y las pondrá en conocimiento de la Agencia Ferroviaria Europea (ERA). La Agencia Ferroviaria Europea ultimarà las especificaciones funcionales y de interfaz de esta solución, según convenga, y elaborará los métodos de evaluación.

Las especificaciones funcionales y de interfaz y los métodos de evaluación adecuados se incorporarán a la ETI en el proceso de revisión.

La solución innovadora podrá utilizarse antes de su incorporación a la ETI, previa entrada en vigor de una Decisión de la Comisión adoptada de acuerdo con el apartado 2 del artículo 21 de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE.

### 6.2.4 Evaluación del mantenimiento

De acuerdo con el apartado 3 del artículo 18 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE, se presentará el expediente de mantenimiento, que forma parte del expediente técnico, a un organismo notificado.

El organismo notificado verificará únicamente que el expediente de mantenimiento contiene la información estipulada en el apartado 4.2.10.2. No es necesario que el organismo notificado verifique la información propiamente dicha.

La evaluación de la conformidad del mantenimiento es responsabilidad de cada Estado miembro afectado.

El apartado F.4 del anexo F (que se mantiene como cuestión pendiente) describe el procedimiento mediante el cual los Estados miembros comprueban que el mantenimiento se ajusta a lo dispuesto en la presente ETI y asegura el cumplimiento de los parámetros fundamentales y los requisitos esenciales durante la vida útil del material rodante.

### 6.2.5 Evaluación de vehículos individuales

Cuando sea necesario evaluar un único vehículo nuevo, rehabilitado o renovado, de acuerdo con los requisitos del apartado 4.2.1.2, y se disponga de un certificado válido de verificación «CE» de examen de tipo o de diseño referente al resto de vehículos de la composición, sólo será necesario realizar la evaluación de la ETI referente al nuevo vehículo, siempre que la rama siga cumpliendo lo estipulado en la ETI.

Cuando sea necesario evaluar un único vehículo, de acuerdo con los requisitos del apartado 4.2.1.2, y no se disponga de un certificado válido de verificación «CE» del examen de tipo o de diseño referente al resto de vehículos de la composición, se puede aceptar la certificación nacional del resto de vehículos hasta que se disponga del certificado válido de verificación «CE» del examen de tipo o de diseño.

## 6.3 Componentes interoperables que no dispongan de declaración «CE»

### 6.3.1 Generalidades

Durante un período de tiempo limitado, conocido como el «período transitorio», los componentes de interoperabilidad que no dispongan de declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso podrán incorporarse de forma excepcional a los subsistemas, a condición de que se cumplan las disposiciones estipuladas en el presente apartado.

### 6.3.2 Período transitorio

El período transitorio comenzará a partir de la entrada en vigor de la presente ETI y durará seis años.

Una vez finalizado el período transitorio, y con las excepciones que se admiten en el apartado 6.3.3.3, los componentes de interoperabilidad contarán con la necesaria declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso antes de incorporarse al subsistema.

6.3.3 Certificación de los subsistemas que contengan componentes de interoperabilidad no certificados durante el periodo transitorio

6.3.3.1 Condiciones

Durante el periodo transitorio, se permite que un organismo notificado expida un certificado de conformidad para un subsistema, aunque algunos de los componentes de interoperabilidad incorporados en dicho subsistema no dispongan de las pertinentes declaraciones «CE» de conformidad o idoneidad para el uso con arreglo a la presente ETI, si se cumplen los tres criterios siguientes:

- el organismo notificado ha comprobado la conformidad del subsistema en relación con los requisitos definidos en el capítulo 4 de la presente ETI, y
- por medio de evaluaciones adicionales, el organismo notificado confirma que los componentes de interoperabilidad son conformes o idóneos para el uso con arreglo a los requisitos del capítulo 5, y
- los componentes de interoperabilidad que no disponen de las pertinentes declaraciones «CE» de conformidad o idoneidad para el uso se han utilizado en un sistema que haya entrado en servicio al menos en uno de los Estados miembros con anterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI.
  - No se expedirán declaraciones «CE» de conformidad o idoneidad para el uso referentes a componentes de interoperabilidad evaluados de esta manera.

6.3.3.2 Notificación

- El certificado de conformidad del subsistema indicará con claridad qué componentes de interoperabilidad han sido evaluados por el organismo notificado como parte de la verificación del subsistema.
- La declaración «CE» de verificación del subsistema indicará claramente:
  - qué componentes de interoperabilidad han sido evaluados como parte del subsistema;
  - confirmación de que el subsistema contiene componentes de interoperabilidad idénticos a los verificados como parte del subsistema;
  - en relación con dichos componentes de interoperabilidad, las razones por las que el fabricante no ha presentado la declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso con anterioridad a su incorporación en el subsistema.

6.3.3.3 Aplicación del ciclo de vida útil

La producción o acondicionamiento/renovación del subsistema afectado debe llevarse a término durante los seis años del periodo transitorio. En relación con la vida útil del subsistema:

- Durante el periodo transitorio y
- bajo la responsabilidad del organismo que haya expedido la declaración «CE» de verificación del subsistema,

los componentes de interoperabilidad que no dispongan de la declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso y sean del mismo tipo y fabricados por el mismo fabricante podrán utilizarse para recambios relacionados con el mantenimiento y como piezas de repuesto del subsistema.

Una vez finalizado el periodo transitorio y

- hasta que el subsistema sea rehabilitado, renovado o sustituido y
- bajo la responsabilidad del organismo que haya expedido la declaración «CE» de verificación del subsistema,

los componentes de interoperabilidad que no dispongan de la declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso y sean del mismo tipo y fabricados por el mismo fabricante podrán seguir utilizándose para recambios relacionados con el mantenimiento.

#### 6.3.4 Medios de supervisión

Durante el periodo transitorio, los Estados miembros:

- controlarán el número y tipo de componentes de interoperabilidad comercializados en su propio territorio;
- cuando se presente un subsistema a la autorización, se asegurarán de que se establezcan las razones de que no se haya certificado el componente de interoperabilidad por el fabricante;
- notificarán a la Comisión y al resto de Estados miembros los pormenores del componente de interoperabilidad no certificado y las razones de que no haya sido certificado.

### 7. **APLICACIÓN DE LA ETI «MATERIAL RODANTE»**

#### 7.1 **Aplicación de la ETI**

##### 7.1.1 Material rodante de nueva construcción y nuevo diseño

###### 7.1.1.1 Definiciones

A efectos de este apartado 7.1.1 y del apartado 7.1.2.1:

- La fase A es el período que se inicia cuando se nombra un organismo notificado y se le facilita una descripción del material rodante que se tiene intención de desarrollar y construir, o adquirir.
- La fase B es el período que se inicia cuando el organismo notificado expide un certificado «CE» de verificación de un examen de tipo o de diseño y finaliza cuando dicho certificado deja de ser válido.

###### 7.1.1.2 Generalidades

- Se permite que el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño del subsistema, o
- el certificado de examen de tipo o de diseño de conformidad o idoneidad para el uso de los componentes de interoperabilidad,

sea solicitado por cualquiera de los solicitantes definidos en los apartados 6.2.1 y 6.1.1, respectivamente.

El solicitante anunciará su intención de desarrollar y evaluar nuevo material rodante o nuevos componentes de interoperabilidad a un organismo notificado escogido con arreglo a lo estipulado en el capítulo 6 de la presente ETI. Junto con este anuncio, el solicitante entregará una descripción del material rodante o del componente de interoperabilidad que tenga intención de desarrollar y construir o comprar.

###### 7.1.1.3 Fase A

Después de la fecha de nombramiento del organismo notificado, se establecerán los motivos de certificación conforme a la ETI vigente en la fecha de nombramiento en relación con el material rodante especificado para un período de siete años en la fase A, salvo en el caso de que haya requisitos específicos cuando se aplique el artículo 19 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

Cuando entre en vigor una versión revisada de la presente ETI, incluida ésta misma, durante la fase A, se admitirá el uso de la versión revisada, ya sea en su totalidad o en lo que respecta a alguno de sus apartados, si tanto el solicitante como el organismo notificado así lo acuerdan. Este acuerdo deberá ser documentado.

Tras una evaluación positiva, el organismo notificado expedirá el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o diseño que corresponda al subsistema, o el certificado de examen de diseño de conformidad o idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad.

## 7.1.1.4 Fase B

## a) Requisitos del subsistema

Este certificado de examen de tipo o de diseño del subsistema será válido durante un período de siete años de la fase B aunque entre en vigor una nueva ETI, salvo en el caso de que se aplique el artículo 19 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE. Durante este tiempo, se permite poner en servicio nuevo material rodante del mismo tipo sin necesidad de realizar una nueva evaluación de tipo.

Antes de que finalice el período de siete años de la fase B, se evaluará el material rodante con arreglo a la ETI vigente en ese momento en relación con los requisitos que hayan cambiado o sean nuevos en comparación con los motivos de la certificación.

- Si se solicita y se acepta una excepción, el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño existente permanecerá vigente durante otros tres años de la fase B. Antes de que finalicen los tres años, se permite volver a realizar el mismo proceso de evaluación y solicitud de excepción.
- Si el diseño del subsistema es conforme, el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño existente permanecerá vigente durante otros siete años en la fase B.

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

## b) Requisitos de los componentes de interoperabilidad

El certificado de examen de tipo o de diseño o de idoneidad para el uso será válido durante un período de cinco años de la fase B aunque entre en vigor una nueva ETI, salvo en el caso de que se aplique el artículo 19 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE. Durante este tiempo, se permite poner en servicio nuevos componentes del mismo tipo sin necesidad de realizar una evaluación.

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

Si se solicita y se acepta una excepción, el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño o de 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 certificado con arreglo a una ETI vigente

El certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño del subsistema será válido durante un período de siete años de la fase B a partir de su fecha de expedición aunque entre en vigor una nueva ETI, salvo en el caso de que existan requisitos específicos cuando se aplique el artículo 19 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE. Durante este tiempo, se permite poner en servicio nuevo material rodante del mismo tipo sin necesidad de realizar una nueva evaluación de tipo.

Antes de que finalice el período de siete años de la fase B, se evaluará el material rodante con arreglo a la ETI vigente en ese momento en relación con los requisitos que hayan cambiado o sean nuevos en comparación con los motivos de la certificación.

- Si se solicita y se acepta una excepción, el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño existente permanecerá vigente durante otros tres años de la fase B. Antes de que finalicen los tres años, se permite volver a realizar el mismo proceso de evaluación y solicitud de excepción.
- Si el diseño del subsistema es conforme, el certificado «CE» de verificación del examen de tipo o de diseño existente permanecerá vigente durante otros siete años de la fase B.

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

En relación con los componentes de interoperabilidad, el proceso descrito en el apartado 7.1.1.4 también es válido para el material rodante de nueva construcción de un diseño existente que sea certificado conforme a una ETI vigente.

#### 7.1.3 Material rodante de un diseño existente

El material rodante cuyo diseño no esté certificado con arreglo a lo estipulado en las ETI se someterá a las condiciones descritas en el apartado 7.1.7.

Se entiende por material rodante ya existente todo el material rodante que ya esté en servicio antes de la entrada en vigor de la presente ETI.

La presente ETI no se aplica al material rodante ya existente mientras no sea renovado o rehabilitado.

#### 7.1.4 Material rodante en proceso de acondicionamiento o renovación

En relación con el material rodante ya en servicio, este apartado se aplica a los trenes de alta velocidad ya existentes y al material rodante convencional que vaya a acondicionarse para el servicio en alta velocidad, de acuerdo con lo estipulado en las letras l) y n) del artículo 2 de la Directiva 96/48/CE modificada por la Directiva 2004/50/CE.

Sólo será necesaria una nueva evaluación del cumplimiento con los requisitos de la ETI vigente en la fecha de solicitud en relación con las modificaciones que entren en el ámbito de aplicación de la presente ETI.

A continuación se ofrecen orientaciones para juzgar si las modificaciones han de considerarse acondicionamiento o renovación.

En la lista siguiente se indican, a título informativo, las modificaciones que requieren una reevaluación del diseño del vehículo. Esta lista no es exhaustiva (los cambios paramétricos citados a continuación sólo son válidos si el cambio total se mantiene dentro de los límites de la ETI).

- Modificaciones de los parámetros del vehículo que afecten a sus prestaciones en circulación, más allá del procedimiento simplificado ( $\lambda$ ). El valor  $\lambda$  se define en el punto 5.5.5 de la norma EN 14363:2005.
  - Incorporación de elementos de nuevo diseño como muelles, enganches, mecanismos de dirección de la caja del vehículo, etc.
  - Superación de las condiciones básicas para la adopción del procedimiento simplificado de medición: la «inexistencia» de un factor de seguridad  $\lambda \geq 1,1$ , lo cual implica que los resultados de la evaluación se desvían al menos un 10 % de los valores límite relacionados con la seguridad.
  - Modificaciones de los parámetros de explotación, del vehículo y del mecanismo de rodadura que superen las tolerancias establecidas en la tabla 3 de la norma EN 14363:2005 «Aplicaciones ferroviarias — Ensayos de circulación para la aprobación de material rodante — Ensayos de comportamiento en circulación y ensayos estacionarios».
- Aumentar  $V_{\max}$  más de 10 km/h
- Modificación del peso total del vehículo más de un 10 %
- Aumento de la carga estática por eje en más de 1,5 t
- Modificación de los conceptos de:
  - Salidas de emergencia
  - Seguridad contra incendios
  - Seguridad en el trabajo y protección ambiental
  - Sistemas de a bordo de control y gestión del tren, incluido el software aplicable

## 7.1.5 Ruido

## 7.1.5.1 Período transitorio

Durante un período transitorio de 24 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la presente ETI está permitido aplicar valores límite que superen en 2 dB(A) los establecidos en el capítulo 4 y en el apartado 7.3 de la presente ETI para el ruido exterior emitido por el material rodante en el ámbito de aplicación de la presente ETI. Este permiso se limita a los siguientes casos:

- contratos que ya estén firmados o se hallen en la fase final del procedimiento de licitación en la fecha de entrada en vigor de la presente ETI, así como opciones a tales contratos para la compra de vehículos adicionales, o
- contratos para la compra de material rodante nuevo, de un tipo de diseño ya existente, que se firmen durante este período transitorio.

El periodo transitorio de 24 meses se prorroga a 60 meses en el caso de unidades DMU cuya potencia por motor diésel sea igual o superior a 500 kW.

## 7.1.5.2 Acondicionamiento o renovación de material rodante

Sólo deberá demostrarse que el vehículo rehabilitado o renovado no emite más ruido que antes de su acondicionamiento o renovación.

## 7.1.5.3 Un proceso en dos etapas

Se recomienda que, en el caso de que se realice un pedido de material rodante después del 1 de enero de 2010, se apliquen los apartados 4.2.1.1 y 4.2.6.5.4 de la presente ETI, con una reducción de 2 dB(A) a una velocidad de 250 km/h y de 3 dB(A) a velocidades de 300 a 320 km/h. Esta recomendación servirá únicamente de base para la revisión del apartado 4.2.6.5.4 en el contexto del proceso de revisión de la ETI mencionado en el apartado 7.1.10.

## 7.1.6 Carretillas móviles para descarga de retretes [apartado 4.2.9.3]

Primer paso: El administrador de la infraestructura y la empresa ferroviaria examinan conjuntamente el proyecto de turnos de servicio del material rodante propuesto por esta última y determinan las zonas de la red interoperable (correspondientes a la ruta considerada) en las que debe ser posible descargar los retretes de los trenes (de acuerdo con el mencionado proyecto de turnos) y en las que no hay instalaciones fijas para el vaciado de retretes (o no hay suficientes) que cumplan los requisitos de la ETI.

Segundo paso: El administrador de la infraestructura y la empresa ferroviaria realizan un estudio económico conjunto, que puede dar lugar a modificaciones en el programa de turnos de servicio del material rodante. Dichas modificaciones, relativas al número o localización de las zonas en las que será posible descargar los retretes de los trenes cuando sea necesario, han de minimizar el número de carretillas móviles (que cumplan lo dispuesto en la presente ETI) que habrán de colocarse en dichas zonas.

## 7.1.7 Medidas de prevención de incendios: conformidad del material

A la espera de que se publique la norma EN 45545-2 o un anexo a la presente ETI, se considerará que se ha cumplido el requisito del apartado 4.2.7.2.2 con la verificación de conformidad con los requisitos de seguridad contra incendios establecidos en las normas nacionales notificadas (utilizando la categoría de explotación apropiada) a partir de una de las siguientes series de normas:

- normas británicas BS 6853, GM/RT 2120 versión 2 y AV/ST 9002 versión 1;
- normas francesas NF F 16-101:1988 y NF F 16-102/1992;
- norma alemana DIN 5510-2:2003, inclusive mediciones de toxicidad, categoría 2 de seguridad contra incendios (norma actualmente en proceso de complementarse con requisitos de toxicidad; podrán utilizarse los requisitos de toxicidad de otras normas apropiadas hasta que se finalice este proceso).

- normas italianas UNI CEI 11170-1:2005 y UNI CEI 11170-3:2005.
- normas polacas PN-K-02511:2000 y PN-K-02502:1992.

7.1.8 Material rodante que circule en virtud de acuerdos nacionales, bilaterales, multilaterales o internacionales

7.1.8.1 Acuerdos existentes

Los Estados miembros notificarán a la Comisión, en un plazo de 6 meses a partir de la entrada en vigor de la presente ETI, los acuerdos indicados a continuación en virtud de los cuales circule el material rodante incluido en el ámbito de la presente ETI (construcción, renovación, rehabilitación, puesta en servicio, circulación y gestión del material rodante, según lo establecido en el capítulo 2 de la presente ETI):

- acuerdos nacionales, bilaterales o multilaterales entre los Estados miembros y autoridades competentes en materia de seguridad y las empresas ferroviarias o administradores de infraestructuras, ya sean permanentes o temporales;
- acuerdos bilaterales o multilaterales entre empresas ferroviarias y administradores de infraestructuras o entre los Estados miembros y autoridades competentes en materia de seguridad;
- acuerdos internacionales entre uno o varios Estados miembros y como mínimo un tercer país, o entre las empresas ferroviarias o los administradores de infraestructuras de los Estados miembros y como mínimo una empresa ferroviaria o administrador de infraestructuras de un tercer país;

El material rodante regulado por estos acuerdos podrá seguir circulando y siendo objeto de mantenimiento siempre que cumpla estrictamente la legislación comunitaria.

La Agencia Ferroviaria Europea evaluará la compatibilidad de estos acuerdos con la legislación comunitaria, incluido su carácter no discriminatorio, y con la presente ETI, y la Comisión adoptará las medidas necesarias, como por ejemplo la revisión de la presente ETI, para incorporar posibles casos específicos o medidas transitorias.

No será necesario notificar el Acuerdo RIC porque es conocido.

7.1.8.2 Acuerdos futuros

Cualquier futuro acuerdo o modificación de acuerdos existentes, en particular los que incluyen la compra de material rodante cuyo diseño no haya sido certificado con arreglo a las disposiciones de las ETI, tendrá en cuenta la legislación comunitaria y la presente ETI. Los Estados miembros notificarán dichos acuerdos o modificaciones a la Comisión. Se aplicará el procedimiento establecido en el apartado 7.1.7.1.

7.1.9 Revisión de las ETI

De conformidad con el apartado 3 del artículo 6 de la Directiva 96/48/CE, modificada por la Directiva 2004/50/CE, la Agencia deberá revisar y actualizar las ETI y formular recomendaciones oportunas al Comité contemplado en el artículo 21 de la Directiva con objeto de tener en cuenta la evolución tecnológica o exigencias sociales. Además, la progresiva adopción y revisión de otras ETI también podrá afectar a la presente ETI. Las propuestas de modificación de la presente ETI serán objeto de una revisión rigurosa y las ETI actualizadas se publicarán con una periodicidad indicativa de 3 años.

La Agencia recibirá notificación del solicitante de todas las soluciones innovadoras que se contemplen de acuerdo con el apartado 6.1.4 o 6.2.3, o bien de los organismos notificados cuando no lo haga el solicitante, a fin de determinar su futura incorporación a la ETI.

Entonces la Agencia procederá con arreglo al apartado 6.1.4 o 6.2.3.

7.2 **Compatibilidad del material rodante con otros subsistemas**

El desarrollo de la ETI «Material rodante de alta velocidad» ha de cumplir el requisito de plena compatibilidad entre el material rodante y las instalaciones fijas, incluidos los subsistemas «Infraestructura», «Energía» y «Control y mando» de la red transeuropea de alta velocidad.

Dicho esto, los métodos y fases de aplicación relativos al material rodante dependen de las siguientes condiciones:

- el estado de desarrollo de las ETI «Infraestructura», «Energía», «Control-mando y señalización» y «Explotación» de alta velocidad;
- los esquemas de servicio del material rodante (listas de turnos de servicio).

La estrategia de migración para el sistema de control y mando de a bordo se describe en el apartado 7.2.2.5 de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

Los instrumentos para garantizar el cumplimiento de los requisitos de compatibilidad técnica y tener en cuenta las condiciones anteriormente mencionadas son los siguientes:

- El registro de infraestructuras
- El registro de material rodante

### 7.3 Casos específicos

#### 7.3.1 Generalidades

Se autorizan las siguientes disposiciones particulares en los siguientes casos específicos.

Estos casos específicos se clasifican en dos categorías: las disposiciones se aplican de forma permanente (casos «P») o temporal (casos «T»). Se recomienda alcanzar el sistema previsto de casos temporales en 2010 (casos «T1»), que es el objetivo establecido en la Decisión n° 1692/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 1996, sobre orientaciones comunitarias para el desarrollo de la red transeuropea de transporte, o en 2020 (casos «T2»).

#### 7.3.2 Lista de casos específicos

##### 7.3.2.1 Caso específico general en la red de 1 524 mm de ancho de vía

###### **Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

En el territorio de Finlandia y en la estación fronteriza sueca de Haparanda (1 524 mm), sólo se aceptarán los bogies, juegos de ruedas y otros componentes de interoperabilidad o subsistemas de interfaz con el ancho de vía construidos para la red de 1 524 mm si se ajustan a los siguientes casos específicos finlandeses para las interfaces de ancho de vía mencionadas a continuación. Sin perjuicio de la restricción mencionada anteriormente (ancho de vía de 1 524 mm), todos los componentes de interoperabilidad o subsistemas que cumplan los requisitos ETI para el ancho de vía de 1 435 mm serán aceptados en la estación fronteriza finlandesa de Tornio (1 435 mm) y en los puertos de transbordo de trenes en las vías de 1 435 mm.

##### 7.3.2.2 Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes [apartado 4.2.2.2]:

###### **Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Es admisible una distancia de 1 830 mm entre las líneas centrales de los topes. De manera alternativa, se permite que este material rodante vaya equipado con enganches SA-3 con o sin topes laterales.

Cuando la distancia entre líneas centrales de los topes sea de 1 790 mm, se aumentará 40 mm el ancho de las placas de los topes hacia el exterior.

##### 7.3.2.3 Estribos para viajeros [apartado 4.2.2.4.1]

*Nota: Los casos específicos de la ETI «Personas de movilidad reducida» se incorporarán aquí más adelante.*

## 7.3.2.4 Gálibo del vehículo [apartado 4.2.3.1]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

El material rodante que vaya a prestar servicio en Finlandia (1 524 mm) se ajustará al gálibo FIN 1 definido en el anexo R.

**Caso específico para líneas de Gran Bretaña:**

Categoría «P», permanente

Los trenes diseñados para circular por líneas acondicionadas de Gran Bretaña se ajustarán al gálibo «UK1» (versión 2) definido en el anexo C de la presente ETI.

**Caso especial para trenes que circulan por redes de Irlanda e Irlanda del Norte:**

Categoría «P», permanente

El gálibo de los trenes diseñados para prestar servicio en las líneas de las redes irlandesa y norirlandesa será compatible con el gálibo estructura estándar irlandés.

## 7.3.2.5 Masa del vehículo [apartado 4.2.3.2]

**Caso específico de Francia:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.1.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de la red transeuropea de alta velocidad en Bélgica (excepto «L1»):**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.1.5 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

## 7.3.2.6 Resistencia eléctrica de los juegos de ruedas (apartado 4.2.3.3.1)

**Caso específico de Polonia:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.5.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de Francia:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.5.3 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de los Países Bajos:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.5.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico en la red de 1.520/1.524 mm de ancho de vía**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 6.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

7.3.2.7 Detección de cajas de grasas calientes para trenes clase 2 [apartado 4.2.3.3.2.3]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

**Requisitos funcionales del vehículo**

Es conveniente que el administrador de la infraestructura y la empresa ferroviaria lleguen a un acuerdo sobre los sistemas de identificación de trenes y sobre el uso de niveles de alarma específicos. Los niveles de alarma específicos se indicarán en el registro de material rodante.

**Dimensiones transversales del área de detección**

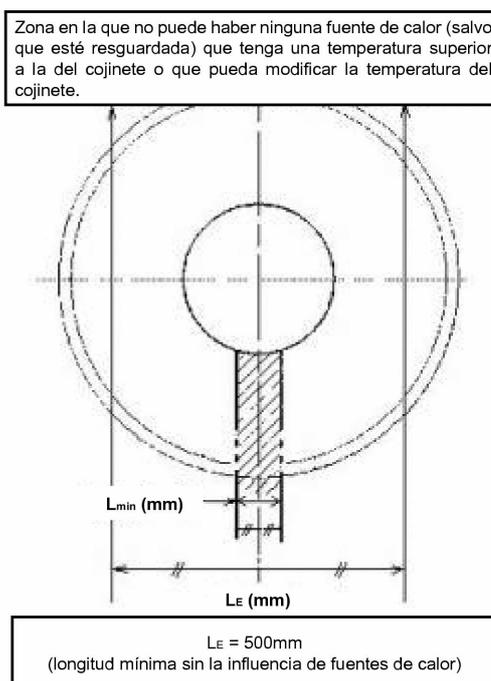
En relación con el material rodante que vaya a utilizarse en la red finlandesa (1 524 mm de ancho de vía), las áreas de detección en la parte inferior de una caja de grasa que permanecerán despejadas para que puedan ser supervisadas por un detector de cajas de grasas calientes desde tierra serán las siguientes:

- longitud mínima de 50 mm sin interrupción en una distancia transversal mínima desde el centro del eje montado de 1 020 mm y una distancia transversal máxima desde el centro del eje montado de 1 140 mm.
- longitud mínima de 15 mm sin interrupción en una distancia transversal mínima desde el centro del eje montado de 885 mm y una distancia transversal máxima desde el centro del eje montado de 903 mm.

**Dimensión longitudinal del área de detección**

La dimensión longitudinal de la parte inferior de la caja de grasa que habrá de permanecer despejada para permitir la observación por un equipo DCC de tierra (véase la figura siguiente):

- se centrará en el eje longitudinal del juego de ruedas,
- tendrá una longitud mínima  $L$  (mm) = 200 mm



- 7.3.2.8 Contacto rueda-carril (perfiles de las ruedas) [4.2.3.4.4]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Los juegos de ruedas de los trenes diseñados para prestar servicio en las líneas de la red finlandesa serán compatibles con el ancho de vía de 1 524 mm.

**Caso especial para trenes que circulan por redes de Irlanda e Irlanda del Norte:**

Categoría «P», permanente

Los juegos de ruedas de los trenes diseñados para prestar servicio en las líneas de las redes irlandesa y norirlandesa serán compatibles con el ancho de vía de 1 602 mm.

- 7.3.2.9 Juegos de ruedas [4.2.3.4.9]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Las dimensiones de los ejes montados y de las ruedas correspondientes a los anchos de vía de 1 520 mm y 1 524 mm se especifican en la tabla M.2 del anexo M.

- 7.3.2.10 Longitud máxima de los trenes [4.2.3.5]

**Caso específico de Gran Bretaña:**

Categoría «P», permanente

La ETI «Infraestructura de alta velocidad» de 2006 contiene un caso específico de la red británica que establece que los andenes de las líneas acondicionadas han de tener una longitud útil mínima de 300 m. En el registro de infraestructuras se indicará la longitud efectiva de los andenes en las líneas acondicionadas británicas donde vayan detenerse trenes en servicio comercial normal que cumplan la ETI «Material rodante de alta velocidad». La longitud de los trenes de alta velocidad destinados a prestar servicio en la red británica será compatible con la longitud de los andenes en los que vayan a detenerse.

**Caso específico de Grecia**

Categoría «P», permanente

La ETI «Infraestructura de alta velocidad» de 2006 contiene un caso específico de la red griega que establece que los andenes de determinadas líneas acondicionadas han de tener una longitud útil de 150 a 300 m, tal como se describe con detalle en el mencionado caso específico.

La longitud de los trenes de alta velocidad destinados a prestar servicio en la red griega que cumplan la ETI «Material rodante de alta velocidad» será compatible con la longitud de los andenes en los que vayan a detenerse.

- 7.3.2.11 Enarenado [4.2.3.10]

**Caso específico en la red de 1.520/1.524 mm de ancho de vía**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el capítulo 6 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

7.3.2.12 Frenado [apartado 4.2.4]

7.3.2.12.1 Generalidades

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Si la velocidad nominal supera los 140 km/h, al menos un bogie irá equipado con un freno de vía magnético. Si la velocidad nominal supera los 180 km/h, ambos bogies irán equipados con frenos de vía magnéticos. Los frenos de vía irán equipados con calefacción en ambos casos.

Los requisitos establecidos en relación con las prestaciones de frenado en rampas y pendientes acusadas no son válidos para vehículos preparados para un ancho de vía de 1 524 mm.

En los vehículos destinados sólo a vías de 1 524 mm de ancho, el freno de estacionamiento se diseñará de tal forma que los vagones a plena carga se detengan en una rampa o pendiente del 2,5 % con una adherencia rueda/carril máxima de 0,15 sin viento.

7.3.2.12.2 Frenos de Foucault [apartado 4.2.4.5]

**Caso específico de Alemania**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 5.2.3 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de Suecia**

Categoría «P», permanente

En la red sueca no se permite utilizar frenos de Foucault para el frenado de emergencia o frenado de servicio.

7.3.2.13 Condiciones ambientales [apartado 4.2.6.1]

**Caso específico de Finlandia, Suecia y Noruega:**

Categoría «P», permanente

Humedad

Se contemplarán cambios repentinos de la temperatura atmosférica local del vehículo hasta una variación máxima de 60 °K.

7.3.2.14 Aerodinámica del tren

7.3.2.14.1 Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén [apartado 4.2.6.2.2]

**Caso específico del Reino Unido**

Categoría «P», permanente

Un tren de longitud máxima que circule al aire libre a una velocidad  $v = 200$  km/h (o a su velocidad máxima de servicio si es menor) no hará que la velocidad del aire supere el valor  $u_{2,0} = 11,5$  m/s a una altura de 1,2 m por encima del andén y a una distancia de 3,0 m desde el centro de la vía, durante el paso de todo el tren (incluida la estela). La altura del andén utilizado en la evaluación será de 915 mm o inferior. Todas las demás condiciones de ensayo serán como se especifica en el apartado 4.2.6.2.2.

## 7.3.2.14.2 Cargas de presión al aire libre [apartado 4.2.6.2.3]

**Caso específico del Reino Unido:**

Categoría «P», permanente

En las líneas acondicionadas del Reino Unido, la máxima variación de presión admisible ( $\Delta p_{20}$ ) será de 665 Pa para todos los trenes.

## 7.3.2.14.3 Variaciones máximas de presión en los túneles [apartado 4.2.6.4]

**Caso específico de Italia:**

Categoría «P», permanente

Para tener en cuenta los numerosos túneles de 54 m<sup>2</sup> de sección transversal que se atraviesan a 250 km/h y los de 82,5 m<sup>2</sup> de sección transversal que se atraviesan a 300 km/h, los trenes que circulen por la red italiana cumplirán los requisitos establecidos en la tabla 24.

Tabla 24

**Requisitos para un tren interoperable en una sola pasada por un túnel tubular sin inclinación (caso específico de Italia)**

Tipo de tren	Gálibos	Caso de referencia		Criterios para el caso de referencia			Máxima velocidad admisible [km/h]
		$V_{tr}$ [km/h]	$A_{tu}$ [m <sup>2</sup> ]	$\Delta_{pN}$ [Pa]	$\Delta_{pN} + \Delta_{pFr}$ [Pa]	$\Delta_{pN} + \Delta_{pFr} + \Delta_{pT}$ [Pa]	
$V_{tr,max} < 250$ km/h	GA o menor	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	$\leq 210$
	GB	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	$\leq 210$
	GC	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	$\leq 210$
$V_{tr,max} < 250$ km/h	GA o menor	200	53,6	$\leq 1\ 195$	$\leq 2\ 145$	$\leq 3\ 105$	$< 250$
	GB	200	53,6	$\leq 1\ 285$	$\leq 2\ 310$	$\leq 3\ 340$	$< 250$
	GC	200	53,6	$\leq 1\ 350$	$\leq 2\ 530$	$\leq 3\ 455$	$< 250$
$V_{tr,max} \geq 250$ km/h	GA o menor	250	53,6	$\leq 1\ 870$	$\leq 3\ 355$	$\leq 4\ 865$	250
$V_{tr,max} \geq 250$ km/h	GA o menor	250	63,0	$\leq 1\ 460$	$\leq 2\ 620$	$\leq 3\ 800$	$> 250$
	GB	250	63,0	$\leq 1\ 550$	$\leq 2\ 780$	$\leq 4\ 020$	$> 250$
	GC	250	63,0	$\leq 1\ 600$	$\leq 3\ 000$	$\leq 4\ 100$	$> 250$

Si un tren no se ajusta a los valores especificados en la tabla 24, las normas de explotación aplicables a dicho tren se determinarán con arreglo a las normas publicadas por el administrador de la infraestructura.

## 7.3.2.15 Características límite relacionadas con los ruidos exteriores [apartado 4.2.6.5]

## 7.3.2.15.1 Límite aplicable al ruido estacionario [apartado 4.2.6.5.2]

**Caso específico del Reino Unido y de Irlanda:**

Categoría «P», permanente

El límite aplicable al ruido estacionario  $L_{pAeq,T}$  será de 77 dB(A) en las DMU.

- 7.3.2.15.2 Límite aplicable al ruido de arranque [apartado 4.2.6.5.3]

**Caso específico del Reino Unido y de Irlanda:**

Categoría «P», permanente

En relación con las locomotoras eléctricas de  $P < 4.500$  kW en la llanta, el máximo ruido de arranque  $L_{pAF-max}$  será de 84 dB(A).

- 7.3.2.16 Extintor de incendios (apartado 4.2.7.2.3.2)

**Caso específico de Italia:**

Categoría «T2», temporal

Para tener en cuenta la duración del proceso de actualización de las reglamentaciones nacionales, es admisible que los trenes nacionales que circulen por itinerarios nacionales de la red italiana estén equipados con extintores de incendios portátiles de polvo seco.

Estos extintores serán adecuados y suficientes y se colocarán en lugares adecuados.

- 7.3.2.17 Bocinas [apartado 4.2.7.4.2.1]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Los trenes clase 2 irán provistos de bocinas capaces de emitir dos tonos distintos. Las notas de las bocinas de advertencia acústica deben ser reconocibles como procedentes de un tren y no parecerse a las alarmas utilizadas en el transporte por carretera o en las fábricas u otras alarmas comunes. Se utilizarán dos bocinas que suenen por separado. Las frecuencias fundamentales de las notas de las bocinas serán:

nota alta:: 800 Hz  $\pm$  20 Hz

nota baja:: 460 Hz  $\pm$  20 Hz

**Caso específico de Italia:**

Categoría «T2», temporal

Para tener en cuenta la duración del proceso de actualización de las reglamentaciones nacionales, es admisible que los trenes nacionales que circulen por itinerarios nacionales de la red italiana estén equipados con bocinas de las siguientes frecuencias fundamentales:

nota alta:: 660 Hz  $\pm$  15 Hz

nota baja:: 370 Hz  $\pm$  10 Hz

El nivel de presión acústica correspondiente a estas frecuencias será de 120 a 125 dB, utilizando el método de medición descrito en el apartado 4.2.7.4.2.

- 7.3.2.18 Sistema de control-mando y señalización [apartado 4.2.7.9]

- 7.3.2.18.1 Localización del juego de ruedas [apartado 4.2.7.9.2]

**Caso específico de Alemania:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.1.5 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de Polonia y Bélgica:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.1.6 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de la red transeuropea de alta velocidad de Francia y en la red transeuropea de alta velocidad «L1» de Bélgica únicamente:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.1.8 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de Bélgica:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.1.9 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico en la red de 1.520/1.524 mm de ancho de vía**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 6.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

7.3.2.18.2 Ruedas [apartado 4.2.7.9.3]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Debido a las condiciones climáticas nórdicas, en Finlandia y Noruega se suele utilizar un material especial para las ruedas. Es semejante al ER8 pero con una mayor proporción de manganeso y silicio para mejorar la resistencia al desgaste lateral. Para el tráfico interior puede utilizarse este material si las partes así lo acuerdan.

**Caso específico de Francia:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.2.2 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

**Caso específico de Lituania:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 2.2.4 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

## 7.3.2.19 Pantógrafos [apartado 4.2.8.3.6]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Los trenes que presten servicio en la red finlandesa deberán estar equipados con pantógrafos de 1 950 mm. El perfil del arco del pantógrafo será el descrito a continuación:

- Cuerno de material aislante (longitud proyectada 200 mm)
- Longitud mínima del frotador, 1 100 mm
- Gama de conducción del arco de captación, 1 550 mm
- Longitud del arco del pantógrafo, 1 950 mm

La altura normal del hilo de contacto es de 6 150 mm (mínimo de 5 600 mm, máximo de 6 500 mm).

El arco del pantógrafo tendrá una anchura máxima a lo largo de la vía de 400 mm.

**Caso específico de Francia:**

Categoría «T2»

Se permite utilizar cobre y acero en la fabricación de frotadores para la red de corriente continua.

Categoría «P»

Los pantógrafos de los trenes que presten servicio en líneas de corriente continua podrán llevar arcos de 1 950 mm de ancho.

Categoría «P»

Los pantógrafos de los trenes de alta velocidad que hayan de circular por Francia y Suiza podrán llevar arcos de 1 450 mm de ancho.

**Caso específico de Alemania y Austria:**

Categoría «P», permanente

La inversión que conlleva cambiar la línea aérea de contacto en las líneas de categoría II y III y en las estaciones para cumplir los requisitos del Europantógrafo de 1 600 mm resulta prohibitiva. Los trenes que circulen por estas líneas deberán estar equipados con pantógrafos secundarios de 1 950 mm para prestar servicio a una velocidad intermedia de hasta 230 km/h, de modo que, en estas partes de la red transeuropea, la línea aérea de contacto no tenga que estar preparada para el Europantógrafo. En estas zonas, es admisible una desviación lateral máxima del hilo de contacto de 550 mm en relación con la vertical del eje longitudinal de la vía bajo el efecto del viento cruzado. En futuros estudios relativos a líneas de categoría II y III deberá tenerse en cuenta el Europantógrafo para demostrar la pertinencia de las opciones elegidas.

**Caso específico para trenes que circulen por la red de Gran Bretaña:**

Categoría «P», permanente

Los arcos de los pantógrafos utilizados en líneas de categoría II y III no llevarán cuernos aislados, a menos que se permitan para rutas específicas por medio de una entrada en el registro de infraestructuras.

En las líneas de categoría II y III, la gama de conducción del arco del pantógrafo será de 1 300 mm.

Los pantógrafos tendrán una zona de trabajo de 2,1 m.

El arco del pantógrafo tendrá una anchura máxima a lo largo de la vía de 400 mm.

#### **Caso específico para trenes que circulen por la red de Suecia:**

Categoría «P»: permanente

Los trenes que circulen por líneas de categoría II y III irán provistos de pantógrafos secundarios de 1 800 mm para prestar servicio a una velocidad intermedia de hasta 230 km/h.

Para circular por el puente de Öresund que entra en Suecia, se admiten pantógrafos de 1 950 mm.

No se permite un factor de potencia capacitiva a más de 16,5 kV de tensión, debido al riesgo de que resulte difícil o imposible que otros vehículos utilicen el frenado de recuperación por la presencia de una tensión excesiva en la línea aérea.

En el modo de recuperación (frenado eléctrico), el tren no se comportará como un condensador de más de 60 kVAr con cualquier nivel de potencia recuperada, es decir, se prohíbe el factor de potencia capacitiva durante la recuperación. La excepción de la potencia reactiva capacitiva de 60 kVAr tiene por objeto admitir la posibilidad de incorporar filtros en el lado de alta tensión del tren o unidad de tracción. Estos filtros no superarán la potencia reactiva capacitiva de 60 kVAr a la frecuencia fundamental.

#### **Caso específico para trenes que circulen por la red de España:**

Categoría «P»: permanente

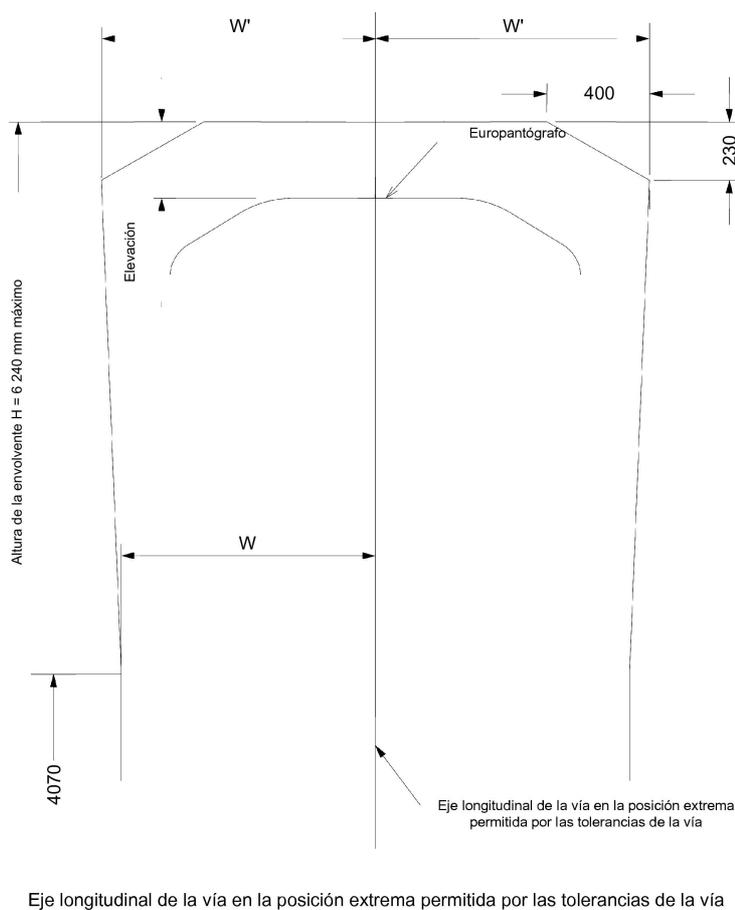
En algunas líneas de categoría II y III, así como en las estaciones, no se admite el Europantógrafo de 1 600 mm. Los trenes que circulen por líneas irán provistos de pantógrafos secundarios de 1 950 mm para prestar servicio a una velocidad intermedia de hasta 230 km/h.

La inversión que conlleva cambiar la línea aérea de contacto en las líneas de categoría II y III y en las estaciones para cumplir los requisitos del Europantógrafo de 1 600 mm resulta prohibitiva. Los trenes que circulen por estas líneas deberán estar equipados con pantógrafos secundarios de 1 950 mm para prestar servicio a una velocidad intermedia de hasta 230 km/h, de modo que, en estas partes de la red transeuropea, la línea aérea de contacto no tenga que estar preparada para el Europantógrafo. En estas zonas, es admisible una desviación lateral máxima del hilo de contacto de 550 mm en relación con la vertical del eje longitudinal de la vía bajo el efecto del viento cruzado. En futuros estudios relativos a líneas de categoría II y III deberá tenerse en cuenta el Europantógrafo para demostrar la pertinencia de las opciones elegidas.

#### **Envolvente de gálibo del pantógrafo**

En las líneas de categoría II y III, los pantógrafos de los vehículos que se utilicen en Gran Bretaña permanecerán dentro del gálibo definido en el esquema siguiente. Este valor de gálibo es absoluto y no un perfil de referencia sujeto a ajustes. Los medios de demostración del cumplimiento se mantienen como cuestión pendiente.

### Envolvente del pantógrafo



Este esquema presenta la envolvente extrema en la que deben permanecer inscritos los movimientos del arco del pantógrafo. Esta envolvente se situará en la posición extrema del eje longitudinal de la vía que permitan las tolerancias de la vía, que no se han incluido. La envolvente no es un perfil de referencia.

A todas las velocidades hasta la velocidad de línea; máximo peralte; máxima velocidad del viento a la que es posible circular sin restricciones, y velocidad extrema del viento, según se define en el registro de infraestructuras:

$W = 990 \text{ mm}$ , cuando  $H \leq 4\,300 \text{ mm}$ ;

y

$W' = 990 + (0,040 \times (H - 4\,300)) \text{ mm}$ , cuando  $H \leq 4\,300 \text{ mm}$ .

Donde:

H = Altura hasta la parte superior de la envolvente por encima del nivel del carril (en mm). Esta dimensión es la suma de la altura del hilo de contacto y la previsión para la elevación.

Se contará con una tolerancia adicional para el desgaste del frotador.

**Caso específico de Italia:**

Categoría «P», permanente

Los pantógrafos de los trenes de alta velocidad que hayan de circular por Italia podrán llevar arcos de 1 450 mm de ancho.

- 7.3.2.20 Interfaces con el sistema de control-mando y señalización [apartado 4.2.8.3.8]

**Caso específico de Bélgica:**

Categoría «P», permanente

Este caso específico está descrito en el apartado 3.6.1 del anexo A, apéndice 1, de la ETI «Control-mando y señalización» de 2006.

- 7.3.2.21 Rácores del sistema de descarga de retretes [apartado 4.2.9.3]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Los rácores para el vaciado y para el lavado y sus juntas de estanquidad deben corresponderse con las figuras M VII1 y M VI 2, respectivamente, del anexo M VI.

- 7.3.2.22 Adaptadores para el llenado de agua [apartado 4.2.9.5]

**Caso específico de Finlandia:**

Categoría «P», permanente

Los adaptadores para el llenado de agua se corresponderán con la figura M VII3 del apéndice M VII.

- 7.3.2.23 Normas de incendios [apartado 7.1.6]

**Caso específico de España**

Categoría «T», temporal

Hasta que se publique la norma EN 45545-2, se aplicarán las normas españolas sobre incendios (DT-PCI/5A).

---

## ANEXOS A LA ETI

**Subsistema «Material rodante»**

ANEXO A	Seguridad pasiva: resistencia a colisiones .....	269
A.1	Descripción pormenorizada de los requisitos de seguridad estática y pasiva .....	269
A.1.1	Características mecánicas límite detalladas relativas a la resistencia estática .....	269
A.1.2	Características mecánicas límite detalladas, relativas a la resistencia de la seguridad pasiva ....	269
A.1.2.1	Definición de masa .....	269
A.1.2.2	Resistencia dinámica .....	269
A.1.2.3	Criterios de evaluación .....	269
A.2	Especificación pormenorizada de seguridad pasiva .....	270
A.3	Criterios de aceptación .....	270
A.3.1	Reducción del riesgo de encaballamiento .....	270
A.3.2	Deceleración límite .....	270
A.3.3	Mantenimiento del espacio de supervivencia y de la integridad estructural de las áreas ocupadas por los viajeros .....	270
A.3.4	Protección contra un obstáculo bajo .....	271
A.4	Método de validación .....	271
A.4.1	Proceso: .....	271
A.4.2	Especificaciones de pruebas .....	272
A.4.3	Criterios de aceptación para la calibración .....	273
A.5	Definición de obstáculos .....	273
A.5.1	Para colisiones entre un tren y un vagón de 80 toneladas con topes laterales .....	273
A.5.2	Para colisiones entre un tren y un obstáculo pesado en un paso a nivel .....	274
ANEXO B	Datos antropométricos y visibilidad delantera del conductor del tren .....	275
B.1	Generalidades .....	275
B.2	Datos antropométricos del conductor .....	275
B.3	Posición de las señales en relación con la cabina del conductor .....	276
B.4	Posiciones de referencia de los ojos del conductor .....	276
ANEXO C	Gálibo UK1 (versión 2) .....	278
C.1	Perfiles UK1 (versión 2) .....	278
C.2	Perfil UK1[A] del sector inferior, por debajo de 1 100 mm arl .....	279
C.3	Perfil UK1[B] del sector superior, por encima de 1 100 mm arl .....	280
C.4	Perfil UK1[D] del sector superior, por encima de 1 100 mm arl .....	281
C.5	Aplicación del perfil UK1[A] .....	282
C.6	Aplicación del perfil UK1[B] .....	282
C.7	Aplicación del perfil UK1[D] .....	282
C.8	Cálculo de reducción de anchura .....	282
ANEXO D	Evaluación de los componentes de interoperabilidad .....	284
D.1	Objeto .....	284
D.2	Características .....	284
ANEXO E	Evaluación del subsistema «Material rodante» .....	285
E.1	Objeto .....	285
E.2	Características y módulos .....	285
ANEXO F	Procedimientos para la evaluación de la conformidad y de la idoneidad para el uso .....	290
F.1	Lista de módulos .....	290
F.2	Módulos para los componentes de interoperabilidad .....	290
F.2.1	Módulo A: Control interno de la producción .....	290

F.2.2	Módulo A1: Control interno del diseño con verificación de producto . . . . .	291
F.2.3	Módulo B: Examen de tipo . . . . .	293
F.2.4	Módulo C: Conformidad con el tipo . . . . .	296
F.2.5	Módulo D: Sistema de gestión de la calidad de la producción . . . . .	296
F.2.6	Módulo F: Verificación del producto . . . . .	299
F.2.7	Módulo H1: Sistema de gestión de la calidad total . . . . .	301
F.2.8	Módulo H2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño . . . . .	304
F.2.9	Módulo V: Validación de tipo mediante experimentación en servicio (idoneidad para el uso)	308
F.3	Módulos para la verificación «ce» de subsistemas . . . . .	311
F.3.1	Módulo SB: Examen de tipo . . . . .	311
F.3.2	Módulo SD: Sistema de gestión de la calidad de la producción . . . . .	313
F.3.3	Módulo SF: Verificación del producto . . . . .	318
F.3.4	Módulo SH2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño . . . . .	321
F.4	Evaluación de los medios de mantenimiento: procedimiento de evaluación de la conformidad	327
ANEXO G	Efectos de los vientos cruzados . . . . .	328
G.1	Observaciones generales . . . . .	328
G.2	Introducción . . . . .	328
G.3	Principios generales . . . . .	328
G.4	Gama de valores de aplicación . . . . .	328
G.5	Evaluación de las curvas eólicas características . . . . .	328
G.5.1	Determinación de las propiedades aerodinámicas . . . . .	328
G.5.1.1	Observaciones generales . . . . .	328
G.5.1.2	Requisitos de ensayo en el túnel de viento . . . . .	329
G.5.1.2.1	Dimensiones de la sección de pruebas . . . . .	329
G.5.1.2.2	Nivel de turbulencia . . . . .	329
G.5.1.2.3	Capa límite . . . . .	329
G.5.1.2.4	Número Reynolds . . . . .	329
G.5.1.2.5	Instrumentación . . . . .	329
G.5.1.3	Requisitos del modelo . . . . .	329
G.5.1.4	Requisitos del programa de ensayos . . . . .	330
G.5.2	Descripción del escenario eólico . . . . .	331
G.5.3	Cálculo de las características de turbulencia . . . . .	332
G.5.3.1	Intensidad de la turbulencia . . . . .	332
G.5.3.2	Duración de la racha . . . . .	332
G.5.3.3	Obtención de la historia temporal resultante de la racha . . . . .	333
G.5.4	Determinación del comportamiento dinámico del vehículo . . . . .	334
G.5.4.1	Observaciones generales . . . . .	334
G.5.4.2	Modelización . . . . .	335
G.5.4.3	Verificación del modelo del vehículo . . . . .	335
G.6	Fuerzas y momentos aerodinámicos como valores de partida para la simulación multicuerpo	336
G.7	Cálculo y representación de las curvas eólicas características . . . . .	336
G.7.1	Evaluación del criterio . . . . .	336
G.7.2	Cálculo de los valores eólicos y valores límite de DQ/Q0 . . . . .	337
G.7.3	Consideración de diferentes ángulos del viento . . . . .	337
G.7.4	Representación de las características del viento por puntos distintos . . . . .	338

G.7.4.1	Vehículo en vía recta .....	338
G.7.4.2	Vehículo en curva .....	338
G.8	Documentación requerida .....	338
ANEXO H:	Luces delanteras y traseras .....	339
H.1	Definiciones .....	339
H.2	luces delanteras .....	339
H.3	Luces traseras .....	341
H.4	Ensayo de conformidad de tipo del componente de interoperabilidad .....	342
ANEXO I-	Información que debe aparecer en el «registro de material rodante» .....	344
I.1	Información de carácter general .....	344
I.2	Apartado A: Definición del objeto del registro de material rodante .....	344
I.3	Apartado B: Nombre de las partes implicadas .....	344
I.4	Apartado C: Evaluación de la conformidad .....	345
I.5	Apartado D: Características del material rodante .....	345
I.5.1	Subapartado D.1 relativo al subsistema «Material Rodante» .....	345
I.5.2	Subapartado D.2 relativo al subsistema «Control y Mando y Señalización» .....	345
I.5.3	Subapartado D.3 relativo al subsistema «Energía» .....	346
I.6	Apartado E: Datos de mantenimiento .....	346
ANEXO J	Propiedades del parabrisas .....	347
J.1	Propiedades ópticas .....	347
J.1.1	Distorsión óptica .....	347
J.1.2	Imágenes secundarias .....	347
J.1.3	Neblina .....	348
J.1.4	Transmitancia .....	348
J.1.5	Cromaticidad .....	348
J.2	Requisitos estructurales .....	348
J 2.1	Impactos .....	348
J.2.2	Astillamiento .....	349
ANEXO K	Enganche .....	350
K.1	Esquema del enganche .....	350
K.2	Enganche de remolque utilizado para recuperación y rescate .....	350
K.2.1	Definición de términos .....	350
K.2.2	Condiciones generales .....	351
K.2.2.1	Velocidades .....	351
K.2.2.2	Frenos .....	351
K.2.2.3	Conexión neumática general .....	351
K.2.2.4	Proceso de enganche .....	351
K.2.2.5	Condiciones de desenganche .....	351
K.2.3	Remolcado de un tren provisto de un acoplador automático por medio de un enganche de remolque .....	351
K.2.3.1	Condiciones generales .....	351
K.2.3.2	Condiciones de acoplamiento .....	351
K.2.4	Remolcado de un tren provisto de un gancho de tracción por medio de un enganche de remolque .....	352
K.2.4.1	Condiciones generales .....	352
K.2.4.2	Condiciones de acoplamiento .....	353

ANEXO L	Aspectos no especificados en la ETI «Material rodante de alta velocidad» y para los que es precisa notificación de las normas nacionales .....	354
ANEXO M	Límites en servicio de las dimensiones geométricas de las ruedas y los ejes montados .....	356
ANEXO M I	No se utiliza .....	359
ANEXO M II	No se utiliza .....	359
ANEXO M III	No se utiliza .....	359
ANEXO M IV	Juntas para los rácores del sistema de descarga de retretes .....	360
ANEXO M V	Rácores de admisión para los depósitos de agua .....	362
ANEXO M VI	Rácores para el sistema de descarga de retretes en material rodante .....	363
ANEXO N:	Condiciones de medición del ruido .....	365
N.1	Desviaciones de la norma en ISO 3095:2005 .....	365
N.1.1	Ruido estacionario .....	365
N.1.2	Ruido de arranque .....	366
N.1.3	Ruido de paso .....	366
N.1.4	Vía de referencia para el ruido de paso .....	367
N.2	Caracterización del comportamiento dinámico de las vías de referencia .....	368
N.2.1	Procedimiento de medición .....	368
N.2.2	Sistema de medición .....	370
N.2.3	Procesamiento de datos .....	371
N.2.4	Informe de ensayo .....	372
ANEXO O	Puesta a masa de las piezas metálicas de los vehículos .....	373
O.1	Principios de puesta a masa .....	373
O.2	Puesta a masa de la armadura del vehículo .....	373
O.3	Puesta a masa de las piezas del vehículo .....	373
O.4	Puesta a masa de las instalaciones eléctricas .....	373
O.5	Antenas .....	374
ANEXO P	Método de cálculo de las deceleraciones en modo degradado y en condiciones climáticas desfavorables .....	375
P.1	Introducción .....	375
P.2	Definición de los ensayos .....	375
P.2.1	Ensayos dinámicos .....	375
P.2.1.1	Condiciones del ensayo .....	375
P.2.1.2	Resultados de los ensayos dinámicos .....	376
P.2.1.3	Ensayos dinámicos con frenos de adherencia .....	376
P.2.2	Ensayos para determinar los efectos de la fricción reducida en el banco de ensayo .....	376
P.3	Cálculos de deceleración .....	377
P.3.1	Determinación de las fuerzas de frenado F .....	377
P.3.2	Evaluación del coeficiente de reducción de kw debido a la degradación de la adherencia .....	377
P.3.3	Evaluación del coeficiente de reducción de kh debido a la degradación de la fricción .....	377
P.3.4	Cálculos de deceleración .....	378
ANEXO Q	Letreros indicativos de la vitrina que contiene el equipo de rearme de la alarma de emergencia	379
ANEXO R	Caso específico: gálibo para Finlandia .....	380
R.1	Disposiciones generales .....	380
R.2	Parte baja del vehículo .....	380

R.3	Partes del vehículo próximas a las pestañas de las ruedas .....	380
R.4	Ancho del vehículo .....	380
R.5	Estribo inferior y puertas de acceso que se abren hacia afuera para vagones de viajeros y unidades acopladas .....	381
R.6	Pantógrafos y piezas del techo bajo tensión y sin aislamiento .....	381
R.7	Normas e instrucciones posteriores .....	381
APÉNDICE R. A	.....	382
APÉNDICE R. B1	.....	383
APÉNDICE R. B2	.....	384
APÉNDICE R. B3	.....	385
APÉNDICE R. C	.....	386
APÉNDICE R. D1	.....	388
APÉNDICE R. D2	.....	390
APÉNDICE R. E — Pantógrafo y piezas bajo tensión sin aislamiento	.....	392

## ANEXO A

**Seguridad pasiva: resistencia a colisiones****A.1. Descripción pormenorizada de los requisitos de seguridad estática y pasiva****A.1.1. Características mecánicas límite detalladas relativas a la resistencia estática**

Las características mecánicas límite detalladas, relativas a la masa y a la resistencia estática, se describen en la norma EN 12663:2000. Las cargas estáticas longitudinales y verticales de la caja de los vehículos se corresponden con la categoría P-II como mínimo.

Se realizará una evaluación de carga de presión aplicando un requisito estático definido en el apartado 4.2.6.4 de la presente ETI.

**A.1.2. Características mecánicas límite detalladas, relativas a la resistencia de la seguridad pasiva****A.1.2.1. Definición de masa**

La masa incluirá el 50 % de la masa de los viajeros sentados fijada al suelo de la caja del vehículo.

**A.1.2.2. Resistencia dinámica**

A fin de certificar la seguridad pasiva, se aplicarán cuatro escenarios teóricos de colisión que contemplen todas las combinaciones de configuración del testero delantero (línea recta, desfrenado):

**— Escenario 1**

Colisión entre dos trenes idénticos (rama de unidades individuales o formación definida), a una velocidad relativa de 36 km/h.

**— Escenario 2**

Colisión entre un tren (rama de unidades individuales o formación definida) y un vehículo ferroviario equipado con topes laterales a 36 km/h. El vehículo ferroviario será un vagón de mercancías de cuatro ejes con una masa de 80 toneladas, de acuerdo con la definición del apartado A.5.

**— Escenario 3**

Colisión a 110 km/h, en un paso a nivel, con un obstáculo equivalente a un camión de 15 t, de acuerdo con la definición del apartado A.5.

**— Escenario 4**

Colisión con un obstáculo pequeño o bajo, como un automóvil o un animal, que se contemplará definiendo las características de un deflector de obstáculos.

**A.1.2.3. Criterios de evaluación**

Cuando se evalúe una locomotora, un automotor o un coche conductor, se utilizará una formación definida. En el diseño de la resistencia a colisiones de una locomotora, de un automotor o de un coche conductor, se considerará la locomotora, el automotor o el coche conductor como vehículo de cabeza únicamente.

Cuando se evalúe un tren con diferentes vehículos finales, sólo se contemplarán vehículos idénticos en el cálculo del escenario 1.

Cuando se evalúe un vagón, se utilizará una formación definida en la que dicho vagón esté detrás de la locomotora, el automotor o el coche conductor.

En todos los casos, se definirá con claridad la formación cuya validación se realiza.

Todos los vehículos que cumplan lo estipulado en la presente ETI, y que se ajusten a las siguientes características del primer vagón tras el vehículo de cabeza de la formación definida, serán aceptados para utilizarse en trenes interoperables sin necesidad de certificación adicional del tren.

- La masa será igual o menor que la masa del primer vagón tras el vehículo de cabeza de la formación definida.
- La fuerza máxima será igual o menor que la fuerza máxima del primer vagón tras el vehículo de cabeza de la formación definida.
- La fuerza media será igual o menor que la fuerza media aplicada al vehículo de cabeza por el primer vagón de la formación definida tras este vehículo de cabeza. A fin de comparar los niveles medios de acuerdo con la carrera de deformación, se utilizarán las características de la carrera de fuerza. La curva de la carrera de fuerza será igual o menor que la del vehículo de referencia.

#### A.2. **Especificación pormenorizada de seguridad pasiva**

Se reducirá el riesgo de encaballamiento en las extremidades del tren y entre los vehículos que integran el tren.

Las fuerzas experimentadas en las zonas de contracción no darán lugar a deceleraciones medidas superiores a los criterios de aceptación especificados en el apartado A.3 en las áreas de asiento de los viajeros y en los espacios de supervivencia.

En todos los escenarios, las áreas ocupadas no sufrirán deformación o intrusión que comprometa el espacio teórico de supervivencia ni la integridad estructural de las áreas ocupadas por los viajeros.

Se instalará un deflector de obstáculos en el testero delantero del tren para reducir la probabilidad de que objetos tales como automóviles y grandes animales provoquen su descarrilamiento.

Las cabinas de conducción en los extremos de los vehículos contarán como mínimo con una puerta o pasillo intercirculación que permita el acceso del personal de rescate en una emergencia.

Los criterios de aceptación se establecen en el apartado A.3 y el procedimiento de validación se corresponderá con el apartado A.4.

#### A.3. **Criterios de aceptación**

##### A.3.1. Reducción del riesgo de encaballamiento

El criterio de aceptación de la limitación del encaballamiento es que una simulación adicional del escenario 1 demuestre que, en las condiciones iniciales de desplazamiento vertical de 40 mm, no se produzca levantamiento de los ejes montados de ningún bogie y se mantenga el espacio de supervivencia y el límite de deceleración. Estos criterios por sí solos bastan para validar la resistencia al encaballamiento.

##### A.3.2. Deceleración límite

El criterio de aceptación de la deceleración media es de 5 g en las áreas ocupadas. La duración para el cálculo de la media se corresponderá con el intervalo de tiempo que comienza cuando la fuerza de contacto neta es superior a cero por primera vez y termina cuando llega a ser cero (por primera vez) en todos los vehículos del tren implicados en la colisión.

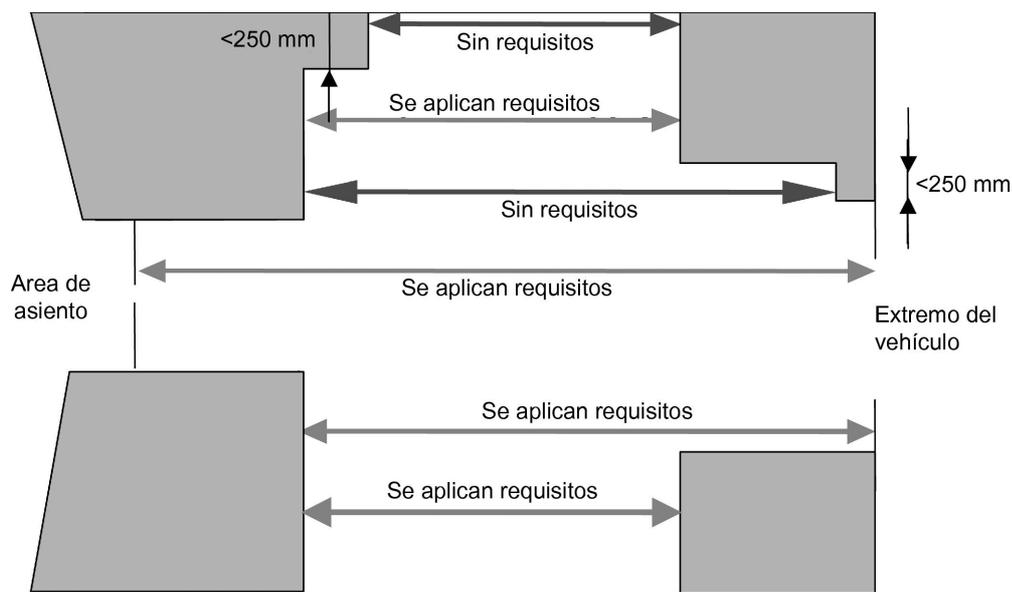
##### A.3.3. Mantenimiento del espacio de supervivencia y de la integridad estructural de las áreas ocupadas por los viajeros

La cabina del conductor dispondrá de un espacio de supervivencia para el conductor que mantenga una sección de 0,75 m de longitud como mínimo.

Los criterios de aceptación de la integridad de las áreas ocupadas por los viajeros consistirán en limitar cualquier reducción a un máximo del 1 % sobre los 5 m de longitud inicial de la caja del vehículo (con excepción de las zonas de contracción) o en que la deformación plástica en estas zonas protegidas sea inferior al 10 %.

Si se utilizan zonas contiguas de ocupación temporal (definidas en el apartado 4.2.2.3.2), con una dimensión lateral superior a 250 mm, como zonas de contracción, la holgura longitudinal no se reducirá más de un 30 % en esa zona.

En el esquema siguiente se dan algunos ejemplos de áreas donde se aplican los requisitos de holgura longitudinal:



#### A.3.4. Protección contra un obstáculo bajo

Se instalará un deflector de obstáculos, con su borde inferior tan bajo como lo permita el gálibo, en el testero delantero del tren y se verificará con arreglo a los siguientes requisitos estáticos longitudinales, que habrán de cumplirse por separado:

- 300 kN en el eje longitudinal.
- 250 kN a 750 mm del eje longitudinal

Las fuerzas horizontales se aplicarán sobre una superficie máxima de 500 x 500 mm. (Según permita la envolvente de desplazamiento del enganche y la máxima superficie correspondiente del deflector.)

La altura de la fuerza resultante no será superior a 500 mm sobre el nivel del carril (ARL).

No se producirá deformación permanente debido a estas cargas. La resistencia estática del deflector de obstáculos será conforme con el apartado 3.4.2 de la norma EN 12663:2000.

#### A.4. Método de validación

##### A.4.1. Proceso:

Se establecen los objetivos de seguridad pasiva para un tren completo. No resulta práctico evaluar el comportamiento del tren completo mediante ensayos, por lo que se validará el cumplimiento de los objetivos mediante una simulación dinámica, que se corresponde con los escenarios teóricos de colisión. La simulación numérica por sí sola basta para realizar una predicción precisa del comportamiento estructural en las áreas donde está limitada la deformación. Sin embargo, en relación con las zonas de aplastamiento, el programa de validación incluirá la verificación de modelos numéricos mediante ensayos apropiados (método combinado).

Los principales pasos a seguir en este método combinado en relación con un nuevo diseño de la infraestructura se indican a continuación.

- Paso 1: Ensayo de dispositivos de absorción no estructurales y zonas de contracción:

Se realizarán ensayos dinámicos sobre especímenes de pruebas de tamaño natural a fin de verificar las prestaciones de los elementos de resistencia a impactos y obtener datos de calibración.

La configuración de ensayo se definirá con respecto a los siguientes objetivos:

- Reflejar uno de los escenarios con la mayor exactitud posible

- Facilitar la calibración
- Utilizar la máxima capacidad de absorción de energía
- Mostrar el comportamiento pertinente o específico del diseño
- Paso 2: Calibración del modelo numérico de la estructura:

Tras llevar a cabo el ensayo a tamaño natural descrito en el paso 1, el fabricante calibrará el modelo numérico comparando los resultados del ensayo y la correspondiente simulación numérica.

La validación del modelo seguirá dos fases esenciales en la comparación entre el ensayo y la simulación numérica:

- Comportamiento general de la estructura, áreas donde aparece deformación plástica y orden seguido por los fenómenos de absorción de energía.
- Análisis detallados de todos los resultados del ensayo y más concretamente de los niveles de fuerza y desplazamientos de los puntos importantes de la estructura.
- Paso 3: Simulación numérica de los escenarios teóricos de colisión:

Se creará un modelo 3D de la estructura de cada vehículo que se someterá a deformación permanente.

Este modelo incluirá las estructuras de deformación de la cabina del conductor o del extremo del vehículo, el modelo calibrado del paso 2 y un modelo 3D completo del resto de la estructura de la caja del vehículo. (Normalmente sólo los modelos del primer vehículo o de los dos primeros incorporarán detalladamente elementos de absorción de energía estructuras de deformación. El resto de vehículos del tren podrán representarse como sistemas de masa total, etc., que representen su comportamiento general).

Si las cajas de los vehículos son simétricas con respecto al eje longitudinal, es admisible utilizar un semi-modelo.

Por último, se realizarán simulaciones de todos los escenarios teóricos de colisión a fin de lograr la aprobación de los vehículos conforme a los requisitos de la presente ETI. Para validar el comportamiento en el punto de impacto, el modelo del tren completo incluirá los modelos de los vehículos validados en el punto 2, con el resto de los vehículos del tren representados de forma simplificada.

Es admisible utilizar un programa de validación reducido si se han realizado modificaciones en un diseño ya verificado y si:

- el margen de seguridad con respecto a los requisitos basta para integrar las posibles incertidumbres; y
- las modificaciones no alteran de forma significativa los mecanismos que proporcionan la seguridad pasiva.

Sin embargo, en este caso, se validarán las características de resistencia a colisiones en un nivel adecuado al grado de cambio mediante:

- comparación con una solución similar (con planos de ingeniería u otros datos técnicos); o
- una combinación de simulaciones o cálculos por ordenador (por ejemplo, análisis de elementos finitos o modelización multicuerpo) y ensayos (cuasiestáticos o dinámicos).

#### A.4.2. Especificaciones de pruebas

Para realizar un ensayo dinámico, se elegirá la velocidad de impacto, el tipo de obstáculo y su masa de forma que la energía absorbida por el espécimen de pruebas sea como mínimo equivalente al 50 % de la energía máxima que se haya de disipar en el escenario 1 o 2 para la suma de todos los pasos seguidos en los escenarios 1 y 2.

Se ensayarán todos los amortiguadores dedicados, diseñados para absorber energía de manera controlada.

Es admisible realizar ensayos independientes que no incluyan todos los elementos de absorción de energía, pero todos los pasos de absorción de energía que puedan tener interacción entre sí se incluirán en el mismo ensayo. Se permite considerar de este modo elementos tales como el deflector de obstáculos, los elementos de absorción de energía, el enganche, etc.

Igualmente, para el ensayo individual de los dispositivos intervehiculares (enganches, dispositivos antiencaballamiento y dispositivos de absorción de energía), la velocidad efectiva y la masa habrán de escogerse de manera que la energía absorbida en la interfaz y el comportamiento de los elementos que constituyen la interfaz sean equivalentes a los que se observan en estas áreas en los escenarios teóricos de colisión.

De acuerdo con la especificación de los ensayos de resistencia a colisiones, los resultados de las mediciones que se realicen durante los ensayos, con la precisión apropiada, incluirán los siguientes datos necesarios para la calibración del modelo numérico:

- Medición de las fuerzas, registro de las deformaciones, velocidad de colisión y deceleraciones a efectos de comparación de prestaciones (energías, deformaciones, etc.) de los diversos dispositivos de absorción de energía durante este ensayo y durante los ensayos de componentes.
- Mediciones dimensionales antes y después de los ensayos en las áreas definidas y acordadas previamente al ensayo.
- Registros de la configuración del ensayo, vistas generales y planos detallados utilizando, si es necesario, vídeo de alta velocidad que permita comparar la cinemática del ensayo con la simulación correspondiente.
- Velocidad de impacto y masa del vehículo.

#### A.4.3. Criterios de aceptación para la calibración

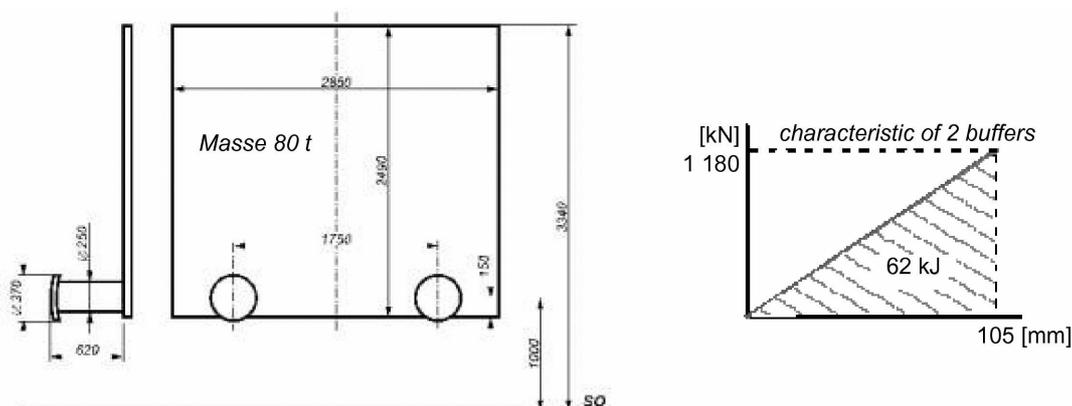
Se validará la correlación aplicando los siguientes criterios:

- Orden que siguen los acontecimientos durante la colisión (los escenarios incluyen varias fases de absorción de energía).
- Deformaciones observadas durante los ensayos que se correspondan con los valores registrados en el análisis.
- Nivel de energía disipado por el modelo (de acuerdo con la evolución de la energía cinética total y la velocidad) con aceptación de una diferencia inferior al 10 %.
- Nivel de desplazamientos (carrera) del modelo, con aceptación de una diferencia inferior al 10 %.
- Nivel de la curva de fuerza total del modelo con aceptación de una diferencia inferior al 10 % para los valores medios de la curva total y las partes correspondientes a cada paso de deformación.

#### A.5. Definición de obstáculos

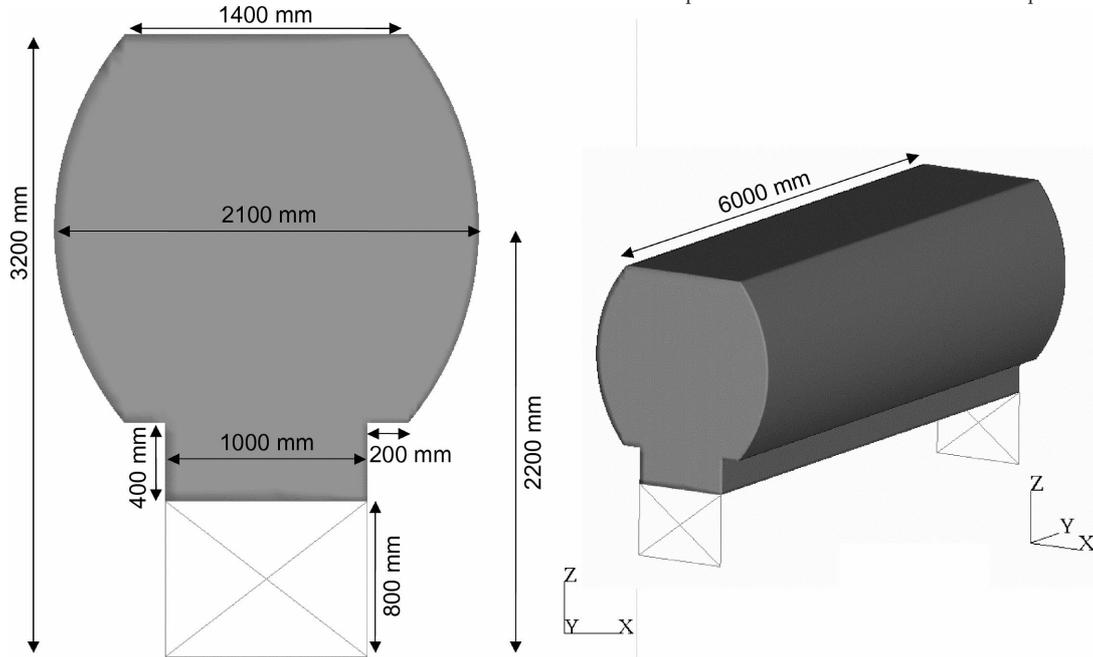
##### A.5.1. Para colisiones entre un tren y un vagón de 80 toneladas con topes laterales

El vagón de 80 toneladas será un vagón de mercancías unificado con bogies equipados con topes laterales (definidos en la ETI «Vagones de mercancías del ferrocarril convencional») con una carrera de 105 mm. El obstáculo (vagón) se define en las figuras siguientes:



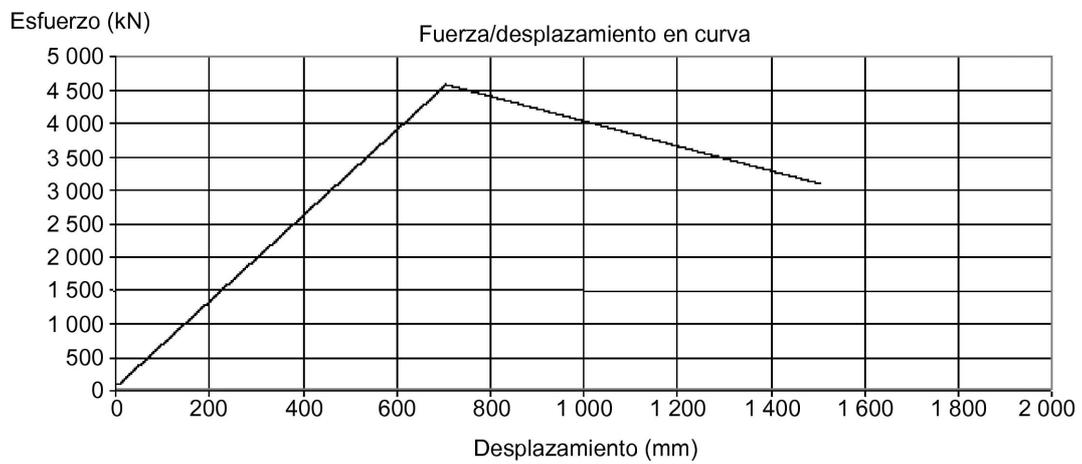
A.5.2. Para colisiones entre un tren y un obstáculo pesado en un paso a nivel

Se utilizará un obstáculo numérico equivalente deformable de 15 000 kg (definido en las figuras siguientes). Para ello se realizará una simulación en forma de modelo numérico completo utilizando software de colisión específico.



Masa: 15 toneladas  
 Altura del centro de gravedad = 1 750 mm

Para definir la rigidez del obstáculo, los valores de la curva de fuerza (en función del desplazamiento) obtenidos contra una esfera de 50 t y 3 m de diámetro a 30 m/s serán mayores que en la curva siguiente:



Con los siguientes valores para la definición de la curva:

Desplazamiento absoluto de la esfera (mm)	Fuerza de contacto (kN)
0	0
700	4 500
1 500	3 000

## ANEXO B

## Datos antropométricos y visibilidad delantera del conductor del tren

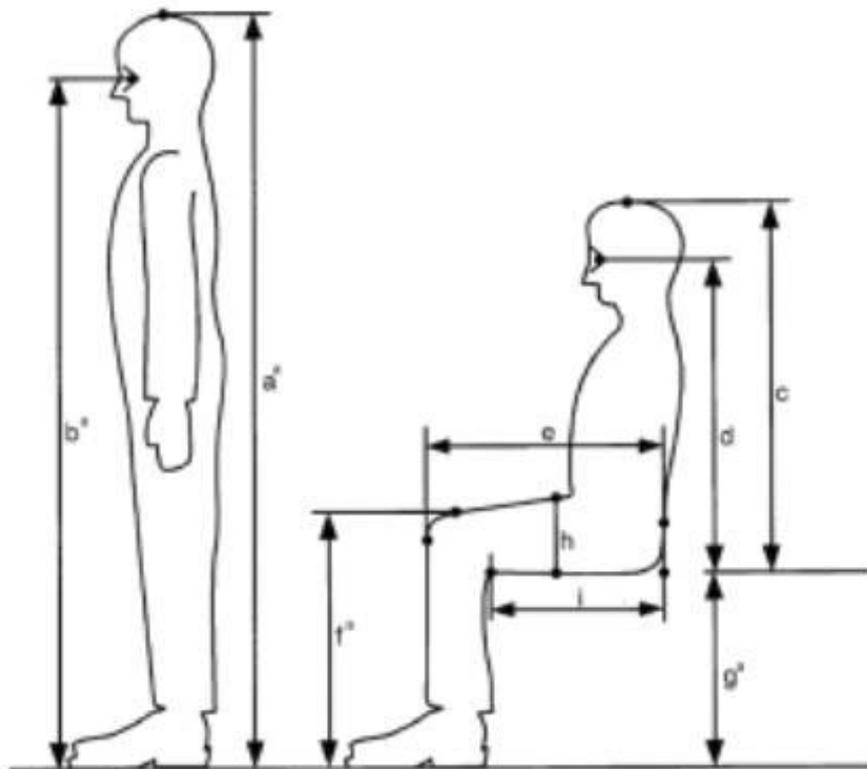
## B.1 Generalidades

Las medidas para la posición del ojo del conductor se basan en la gama de valores de altura del conductor descrita a continuación.

## B.2 Datos antropométricos del conductor

Figura B.1

## Mediciones antropométricas principales del conductor más bajo y más alto



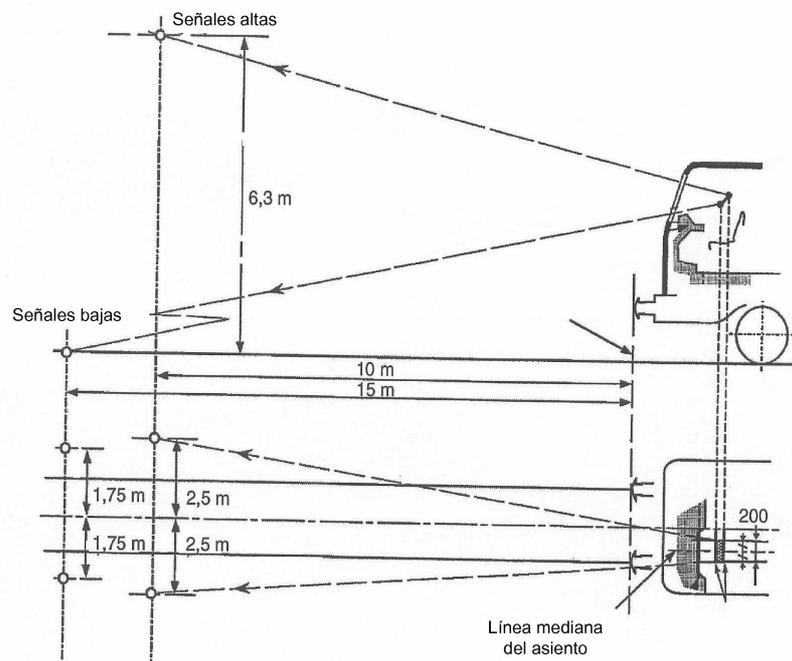
	a	a <sup>(*)</sup>	b <sup>(*)</sup>	c	d	e	f <sup>(*)</sup>	g <sup>(*)</sup>	h	i
MIN	1 600	1 630	1 530	840	740	555	530	425	120	440
MAX	1 900	1 930	1 805	980	855	660	635	505	180	520

(\*) Medición con calzado inclusive (30 mm)

## B.3 Posición de las señales en relación con la cabina del conductor

Figura B.2

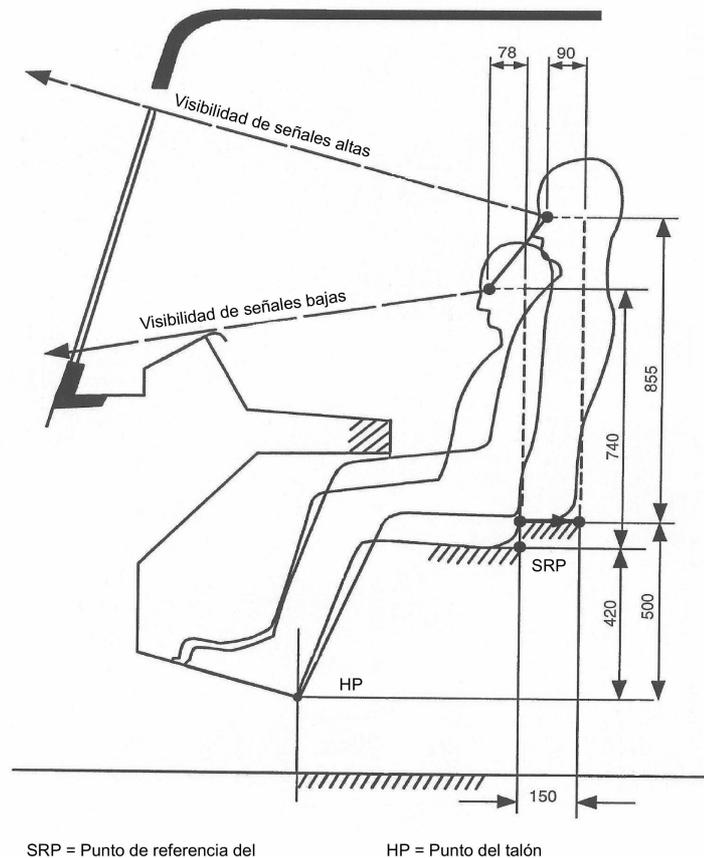
## Localización de las señales



## B.4 Posiciones de referencia de los ojos del conductor

Figura B.3

## Consola con estante y reposapiés rígido:



SRP = Punto de referencia del

HP = Punto del talón

Figura B.4

Consola con estante y reposapiés ajustable

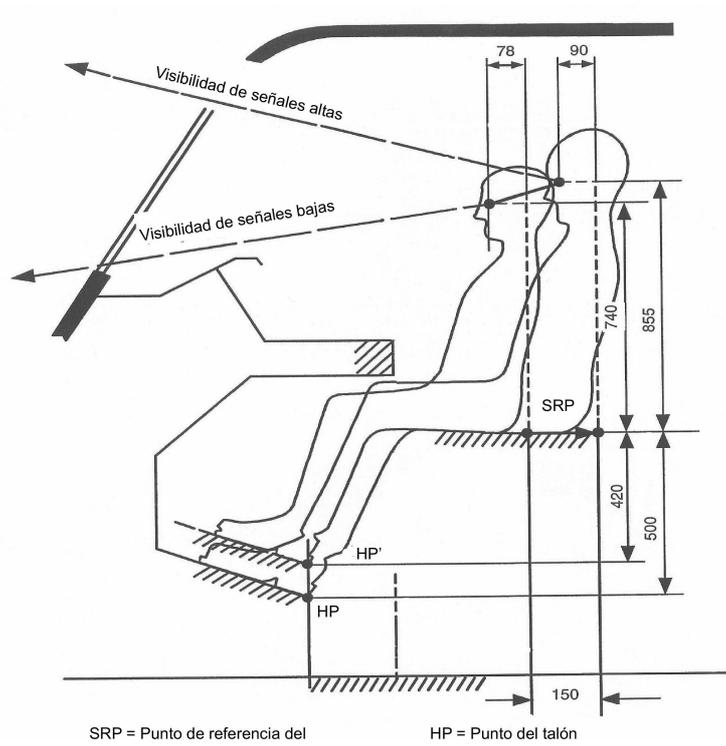
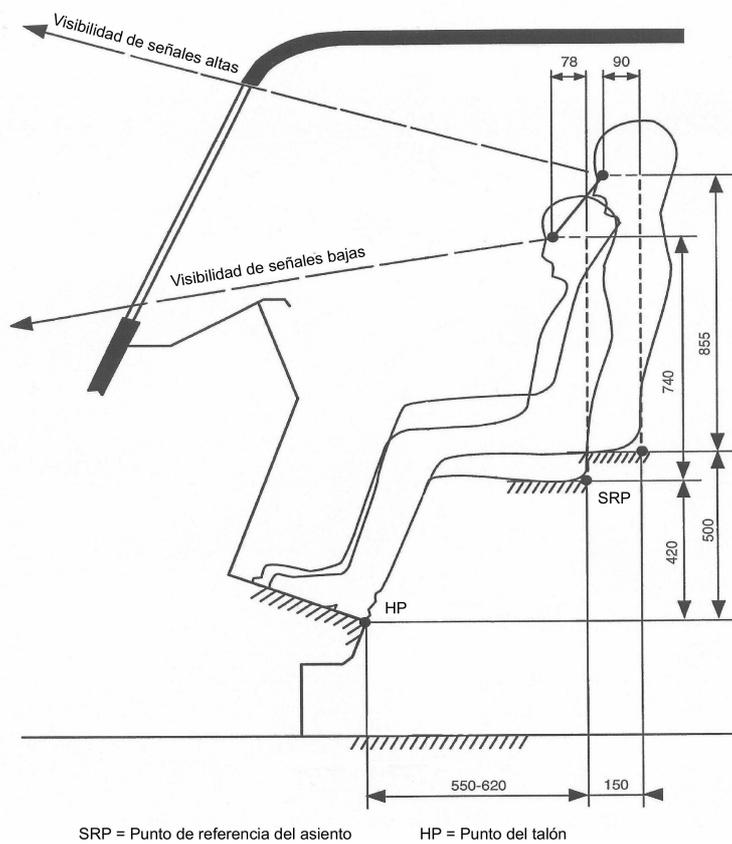
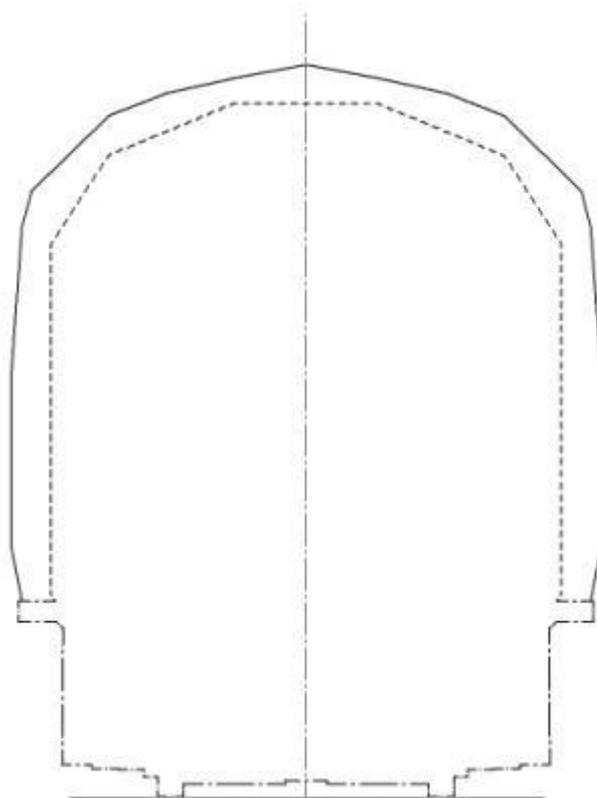


Figura B.5

Consola sin estante y reposapiés rígido



## ANEXO C

**Gálibo UK1 (versión 2)****C.1. Perfiles UK1 (versión 2)**

Perfiles UK1 (versión 2)

El gálibo UK1 (versión 2) se ha definido aplicando una serie de metodologías apropiadas para la infraestructura ferroviaria británica, que permite el máximo aprovechamiento de un espacio limitado.

El gálibo UK1 (versión 2) consta de 3 perfiles: UK1[A], UK1[B], UK1[D].

En esta clasificación, los gálibos [A] son gálibos de material rodante que no dependen de los parámetros de las infraestructuras, los gálibos [B] son gálibos de material rodante que contienen un movimiento limitado (específico) de la suspensión del vehículo, pero no incluyen los desplazamientos en curva, y los gálibos [D] son plantillas que definen el espacio máximo de infraestructura disponible en una vía recta y a nivel.

Por debajo de 1 100 mm ARL, se ha definido un gálibo de infraestructura fijo en la norma Railway Group Standard GC/RT5212 (versión 1, febrero de 2003), que establece una posición de limitación óptima para andenes y equipos diseñados para estar muy próximos al tren. El gálibo UK1[A] es un gálibo de material rodante complementario, que incluye todos los movimientos de tolerancias necesarios y una holgura con la infraestructura.

El vehículo no sobresaldrá del gálibo UK1[A], representado por el perfil delimitado por una línea discontinua.

Por encima de 1 100 mm ARL, hay dos perfiles: el interior UK1[B] (perfil delimitado por una línea discontinua con puntos) y el exterior UK1[D] (perfil delimitado por una línea continua).

Estos perfiles definen un vehículo típico UK1[B] y el máximo tamaño teórico de un vehículo UK1[D] que podrían aceptar las rutas para las que se ha declarado el gálibo.

UK1[B] se define con arreglo a la configuración de un vehículo típico que podría prestar servicio en todas las rutas declaradas conformes con el gálibo UK1. Hay que señalar que este vehículo se ha diseñado aplicando sencillas normas de medición de gálibo estático y no haría un uso óptimo de la infraestructura controlada por Network Rail.

UK1[D] define el tamaño estático mínimo de la infraestructura controlada por Network Rail en las rutas conformes con el gálibo UK1, según la definición de 1 de enero de 2004. No está ajustado a la curvatura de la vía. Cuando se aplica utilizando una metodología aprobada y con las holguras y tolerancias definidas por la norma Railway Group Standard GC/RT5212 (versión 1, febrero de 2003), este perfil define la máxima envolvente disponible en vía recta y a nivel. Podría disponerse espacio adicional localmente para aceptar desplazamientos y movimientos dinámicos relacionados con la curvatura. A medida que se realicen mejoras en la red, podría disponerse de más espacio del anteriormente indicado.

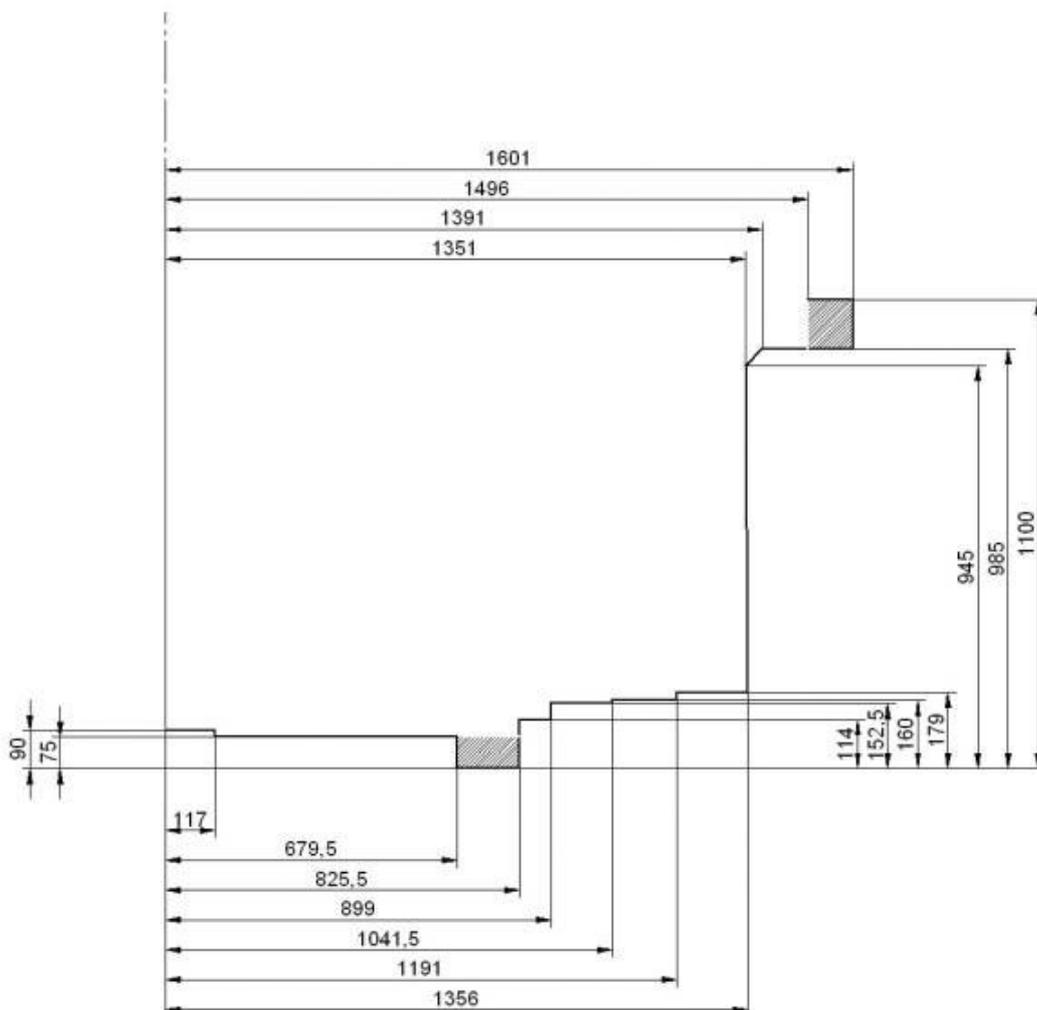
Los datos de la red que pueden utilizarse para diseñar el vehículo con arreglo a una metodología aprobada pueden solicitarse a Network Rail Infrastructure Ltd.

El gálibo UK1[D] también puede utilizarse para definir un vehículo de cualquier clase de dimensiones geométricas y configuración de suspensiones. Sin embargo, este vehículo sería menor que el gálibo UK1[B], ya que la modelización realizada para desarrollar dicho gálibo contempla la forma de la infraestructura ajustada para desplazamientos del vehículo. De este modo, en los tramos de vía curva, puede haber más espacio de infraestructura disponible del que refleja el perfil UK1[D]. Esto explica por qué el perfil UK1[B] presenta una forma diferente que el perfil UK1[D].

A la hora de utilizar la información de infraestructuras para desarrollar la forma del vehículo, el espacio entre UK1[B] y UK1[D] puede utilizarse para compensar los movimientos de la suspensión, en lugar de restringir la línea de gálibo.

Es importante tener en cuenta y comprender las metodologías descritas anteriormente para desarrollar los vehículos más grandes adecuados para la infraestructura británica.

#### C.2. Perfil UK1[A] del sector inferior, por debajo de 1 100 mm ARL



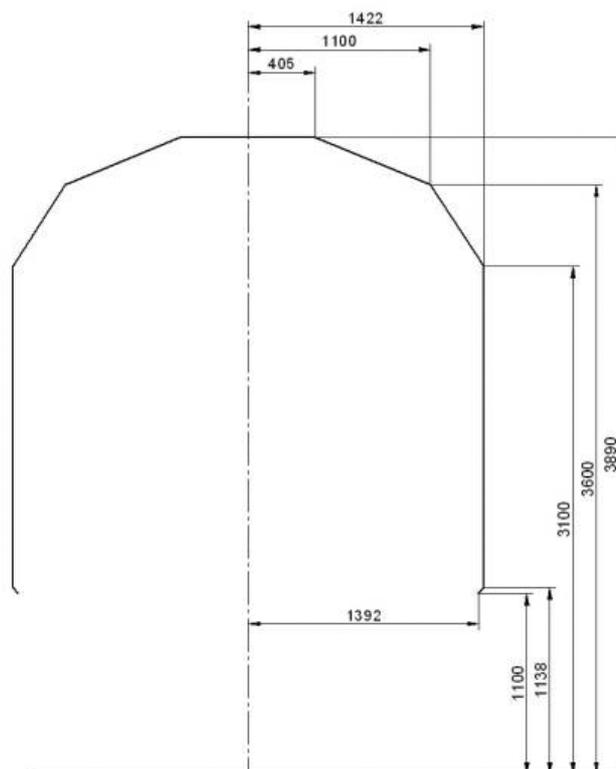
El área sombreada delimitada por los puntos 17 a 20 suele utilizarse para los escalones.

El área sombreada delimitada por los puntos 4, 5 y 6 está disponible únicamente para ruedas, guardacuerpos, etc.

## Coordenadas para el perfil UK1[A]

Punto	X (mm)	Y (mm)
1	0	90
2	117	90
3	117	75
4	679,5	75
5	679,5	0
6	825,5	0
7	825,5	114
8	899	114
9	899	152,5
10	1 041,5	152,5
11	1 041,5	160
12	1 191	160
13	1 191	179
14	1 356	179
15	1 351	945
16	1 391	985
17	1 496	985
18	1 496	1 100
19	1 601	1 100
20	1 601	985

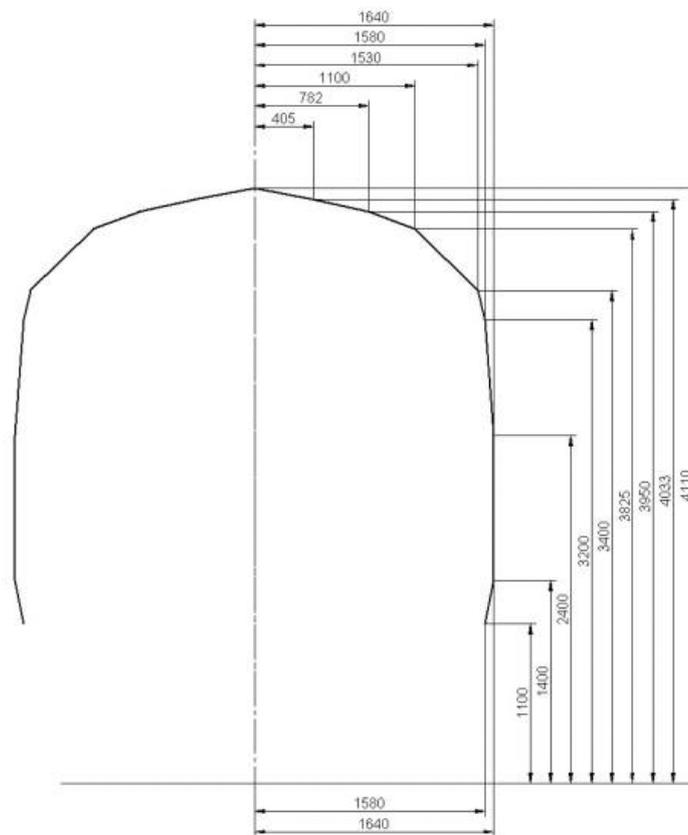
## C.3. Perfil UK1[B] del sector superior, por encima de 1 100 mm ARL



### Coordenadas para el perfil UK1[B]

Punto	X (mm)	Y (mm)
1	0	3 890
2	405	3 890
3	1 100	3 600
4	1 422	3 100
5	1 422	1 138
6	1 392	1 100

### C.4. Perfil UK1[D] del sector superior, por encima de 1 100 mm ARL



### Coordenadas para el perfil UK1[D]

Punto	X (mm)	Y (mm)
1	0	4 110
2	405	4 033
3	782	3 950
4	1 100	3 825
5	1 530	3 400
6	1 580	3 200
7	1 640	2 400
8	1 640	1 400
9	1 580	1 100

**C.5. Aplicación del perfil UK1[A]**

El perfil UK1[A] incluirá todos los movimientos cinemáticos, desgaste, así como desplazamientos laterales y verticales.

Los puntos 14 a 20 pueden ensancharse lateralmente en curvas de menos de 360 m de radio, con arreglo a la siguiente fórmula:

$$dX = (26\ 000/R) - 72$$

donde R es el radio de la curva en metros y dX en mm.

Las holguras inferiores verticales del gálibo no se infringirán en ninguna circunstancia de carga y desgaste. El desplazamiento vertical de la suspensión se considerará que alcanza la máxima contracción o el tope de la caja.

En las anteriores condiciones de carga y desgaste, el vehículo no infringirá la holgura inferior del gálibo en una curva vertical cóncava o convexa de 500 m de radio. Los desplazamientos verticales en curva se calcularán por medio de la fórmula para  $E_i$  y  $E_o$  en el apartado 8 (con  $K = 0$ ).

**C.6. Aplicación del perfil UK1[B]**

La medida 1 100 mm ARL es un mínimo absoluto.

Si la distancia al centro del bogie es inferior a 17 m, no será necesario aplicar reducción de anchura.

Si la distancia al centro del bogie es superior a 17 m, las dimensiones laterales del perfil se reducirán en la cantidad obtenida por medio de la fórmula del apartado 8. Se utilizarán los siguientes valores:

$$R = 200 \text{ m}$$

$$K = 0,181 \text{ m}$$

El perfil UK1[B] incluye una tolerancia general para movimientos dinámicos, tolerancias del vehículo y algunos movimientos geométricos de 100 mm, entre ellos:

Movimientos laterales, verticales y de balanceo de la suspensión

Tolerancias exigidas por el constructor del vehículo

Efecto geométrico de la curvatura vertical

Cuando los efectos anteriores superen los 100 mm, se aplicará una reducción apropiada a la dimensión de la caja. Igualmente, es admisible aumentar las dimensiones de la caja si hacen falta menos de 100 mm para compensar estos efectos.

**C.7. Aplicación del perfil UK1[D]**

Es admisible que el vehículo se construya con arreglo a los límites de la envolvente de infraestructuras indicada, con sujeción a la evaluación de la ruta aplicando una metodología aprobada y al acuerdo con el administrador de la infraestructura con respecto a holguras, tolerancias y clase de firmeza de la vía adecuada a la explotación de los vehículos. Podría disponerse de espacio adicional para el movimiento cinemático y el desplazamiento en curva más allá del perfil descrito, como se define en la base de datos de rutas que mantiene la empresa Network Rail Ltd.

**C.8. Cálculo de reducción de anchura**

En este apartado se describen los cálculos de reducción de la línea de gálibo que se aplicarán para compensar los efectos de los desplazamientos en curva. Estos cálculos son idénticos, aunque se expresan de forma diferente, a los descritos en la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006 para el cálculo del desplazamiento en curva. Pueden utilizarse los mismos cálculos para las reducciones verticales.

Cuando haya de construirse un vehículo conforme a un determinado gálibo de material rodante, las dimensiones laterales definidas por el gálibo se reducirán si la longitud total o los centros de los bogies superan las dimensiones especificadas en el gálibo. Si se aplica reducción a la longitud de los vehículos o a los centros de bogies, no se podrá aumentar el perfil de construcción del vehículo.

En los cálculos descritos a continuación, se utilizan las siguientes variables:

- A = La distancia entre ejes/centros de bogies en metros.  
N<sub>i</sub> = La distancia de la sección transversal calculada a partir del pivote del bogie/posición del eje (en metros) cuando éste se encuentre dentro de la distancia entre ejes/centros de bogies.  
N<sub>o</sub> = La distancia de la sección transversal calculada a partir del pivote del bogie/posición del eje (en metros) cuando éste se encuentre fuera de la distancia entre ejes/centros de bogies.  
R = El radio de la curva (en metros) para el cual ha de calcularse la reducción.  
K = El desplazamiento admisible en el radio definido (en metros)  
E<sub>i</sub> = Reducción de anchura dentro de la distancia entre ejes/centros de bogies (en metros)  
E<sub>o</sub> = Reducción de anchura fuera de la distancia entre ejes/centros de bogies (en metros)

Fórmulas:

$$E_i = ((AN_i - N_{i2}) / 2R) - K$$

$$E_o = ((AN_o + N_{o2}) / 2R) - K$$

Nota: Los valores E<sub>i</sub> y E<sub>o</sub> no pueden ser negativos.

---

## ANEXO D

## Evaluación de los componentes de interoperabilidad

## D.1. Objeto

En este anexo se explica la evaluación de la conformidad y la idoneidad para el uso de los componentes de interoperabilidad que constituyen el subsistema «Material rodante».

## D.2. Características

Las características de los componentes de interoperabilidad que deben evaluarse en las distintas fases de diseño, desarrollo y producción aparecen marcadas con un aspa (X) en la tabla D.1.

Tabla D.1

## Evaluación de los componentes de interoperabilidad del subsistema «Material Rodante».

1		2	3	4	5
Componentes de interoperabilidad que han de evaluarse		Evaluación en la fase siguiente			
		Fases de diseño y desarrollo			Fase de producción
		Revisión de diseño o examen de diseño	Análisis del proceso de fabricación	Ensayo de tipo	Verificación de conformidad con el tipo
4.2.2.2.2.1	Acopladores automáticos de tope central	X	n.a.	X	X
4.2.2.2.2.2	Órganos de choque y tracción	X	n.a.	X	X
4.2.2.2.2.3	Eenganche de remolque para recuperación y rescate	X	n.a.	X	X
4.2.2.7	Parabrisas de la cabina del conductor	X	n.a.	X	X
4.2.3.4.9.2	Ruedas	X	X	X	X
4.2.7.4.2.5	Bocinas	X	n.a.	X	X
4.2.8.3.7	Pantógrafos	X	n.a.	X	X
4.2.8.3.8	Frotadores	X	n.a.	X	X
4.2.9.3.2	Carretillas móviles para descarga de retretes	X	n.a.	n.a.	X
4.2.9.5.2	Adaptadores para el llenado de agua	X	n.a.	n.a.	X
Anexo H apartado H.2	Faros	X	n.a.	X	X
Anexo H apartado H.2	Luces de posición	X	n.a.	X	X
Anexo H apartado H.3	Luces de cola	X	n.a.	X	X
Anexo M VI	Rácores para el sistema de descarga de retretes	X	n.a.	n.a.	X

## ANEXO E

## Evaluación del subsistema «Material rodante»

## E.1 OBJETO

En el presente anexo se describe la evaluación de la conformidad del subsistema «Material Rodante».

## E.2 CARACTERÍSTICAS Y MÓDULOS

Las características del subsistema que deben evaluarse en las distintas fases de diseño, desarrollo y producción aparecen marcadas con un aspa (X) en la tabla E.1. Una X en la columna 4 de la tabla E1 indica que las características pertinentes serán verificadas mediante el ensayo de cada subsistema individual.

Tabla E1

## Evaluación del subsistema «Material rodante»

1	2	3	4	
Características que deben evaluarse	Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	
	Revisión de diseño o examen de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo rutinario	
<b>4.2. Especificaciones funcionales y técnicas del dominio</b>				
<b>4.2.1. Generalidades</b>				
4.2.1.1b	Máxima velocidad de servicio de los trenes	X	X	no procede
<b>4.2.2. Estructuras y partes mecánicas</b>				
4.2.2.2. Enganches y medios de acoplamiento para el rescate de trenes				
4.2.2.2.1.	Requisitos del subsistema	X	X	no procede
4.2.2.2.2.	Requisitos de los componentes de interoperabilidad	Declaración «CE» de conformidad y, si procede, Declaración «CE» de idoneidad para el uso		
4.2.2.3 Resistencia de la estructura del vehículo				
4.2.2.3.2	Principios (requisitos funcionales)	X	no procede	no procede
4.2.2.3.3a	Resistencia estática	X	X	no procede
4.2.2.3.3b	Escenarios de colisión (según anexo A)	X	X	no procede
4.2.2.4 Acceso				
4.2.2.4.1	Estribo de viajeros (pendiente de los requisitos de la ETI «Personas de movilidad reducida»)			
4.2.2.4.2 Puerta de acceso exterior				
4.2.2.4.2.1	Puertas de acceso para los viajeros	X	X	no procede
4.2.2.4.2.2	Puertas de acceso para las mercancías y la dotación del tren	X	X	no procede
4.2.2.5	Aseos	X	no procede	no procede
4.2.2.6	Cabina del conductor	X	no procede	no procede
4.2.2.7	Frontal del tren	X	X	no procede
4.2.2.7	Parabrisas de la cabina del conductor	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.2.8	Instalaciones de almacenamiento para uso del personal	X	no procede	no procede

1		2	3	4
Características que deben evaluarse		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Revisión de diseño o examen de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo rutinario
4.2.2.9	Estribos exteriores para uso del personal de maniobra	X	no procede	no procede
4.2.3	Interacción vía y gálibo			
4.2.3.1	Gálibo cinemático	X	no procede	no procede
4.2.3.2	Carga estática por eje	X	X	X
4.2.3.3	Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas de vigilancia del tren desde tierra			
4.2.3.3.1	Resistencia eléctrica	X	X	X
4.2.3.3.2	Control de estado de los cojinetes de los ejes	X	X	no procede
4.2.3.4	Comportamiento dinámico del material rodante			
4.2.3.4.1	Generalidades	no procede	X	no procede
4.2.3.4.2	Valores límite para la seguridad en circulación	X	X	no procede
4.2.3.4.3	Valores límite de esfuerzo sobre la vía	X	X	no procede
4.2.3.4.4	Contacto rueda/carril	X	no procede	no procede
4.2.3.4.5	Diseño para la estabilidad del vehículo	X	X	no procede
4.2.3.4.6	Definición de conicidad equivalente	X	no procede	no procede
4.2.3.4.7	Valores teóricos de los perfiles de las ruedas	X	no procede	no procede
4.2.3.4.8	Valores de conicidad equivalente en servicio	La evaluación de este apartado es responsabilidad del Estado miembro donde presta servicio el material rodante		
4.2.3.4.9	Juegos de ruedas			
4.2.3.4.9.1	Juegos de ruedas	X	no procede	no procede
4.2.3.4.9.2	Ruedas componentes de interoperabilidad	Declaración «CE» de conformidad Declaración «CE» de idoneidad para el uso		
4.2.3.4.10	Requisitos específicos para vehículos con ruedas de giro independiente	X	X	no procede
4.2.3.4.11	Detección de descarrilamientos	X	no procede	no procede
4.2.3.5	Longitud máxima de los trenes	X	no procede	no procede
4.2.3.6	Pendientes y rampas máximas	X	X	no procede
4.3.2.7	Radio mínimo de curva	X	X	no procede
4.2.3.8	Lubricación de las pestañas	X	X	no procede
4.2.3.9	Coefficiente de suspensión	X	X	no procede
4.2.3.10	Enarenado	X	X	no procede
4.2.4	Frenado			
4.2.4.1	Prestaciones mínimas de frenado	X	X	no procede
4.2.4.2	Límites de la demanda de adherencia rueda/carril del freno	X	no procede	no procede
4.2.4.3	Requisitos del sistema de frenado	X	X	no procede
4.2.4.4	Prestaciones de los frenos de servicio	X	X	no procede
4.2.4.5	Frenos de Foucault	X	X	no procede
4.2.4.6	Protección de un tren inmovilizado	X	X	no procede

1		2	3	4
Características que deben evaluarse		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Revisión de diseño o examen de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo rutinario
4.2.4.7	Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas	X	X	no procede
4.2.4.8	Requisitos de freno con fines de rescate	X	X	no procede
4.2.5 Información y comunicaciones a los viajeros				
4.2.5.1	Sistema de megafonía	X	X	no procede
4.2.5.2	Letreros informativos para los viajeros	X	X	no procede
4.2.5.3	Alarma de viajeros	X	X	X
4.2.6 Condiciones ambientales				
4.2.6.1	Condiciones ambientales	X	no procede	no procede
4.2.6.2 Cargas aerodinámicas del tren al aire libre				
4.2.6.2.1	Cargas aerodinámicas sobre los trabajadores de la vía en tierra	X	X	no procede
4.2.6.2.2	Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén	X	X	no procede
4.2.6.2.3	Cargas de presión al aire libre	X	X	no procede
4.2.6.3	Viento cruzado	X	X	no procede
4.2.6.4	Variación máxima de la presión en túneles	X	X	no procede
4.2.6.5 Ruido exterior				
4.2.6.5.2	Límites aplicables al ruido estacionario	X	X	no procede
4.2.6.5.3	Límites aplicables al ruido de arranque	X	X	no procede
4.2.6.5.4	Límites aplicables al ruido de paso	X	X	no procede
4.2.6.6 Interferencias electromagnéticas exteriores				
4.2.6.6.2	Interferencias electromagnéticas	X	X	no procede
4.2.7 Protección del sistema				
4.2.7.1 Salidas de emergencia				
4.2.7.1.1	Salidas de emergencia para los viajeros	X	no procede	no procede
4.2.7.1.2	Salidas de emergencia de las cabinas de conducción	X	no procede	no procede
4.2.7.2 Seguridad contra incendios				
4.2.7.2.2	Medidas de prevención de incendios	X	no procede	no procede
4.2.7.3 Medidas de detección y control de incendios				
4.2.7.2.3.1	Detección de incendios	X	X	no procede
4.2.7.2.3.2	Extintor de incendios	X	no procede	no procede
4.2.7.2.3.3	Resistencia al fuego	X	X	no procede
4.2.7.2.4	Medidas adicionales para mejorar la capacidad de circulación	X	no procede	no procede
4.2.7.2.5	Medidas específicas para depósitos que contengan líquidos inflamables	X	no procede	no procede
4.2.7.3	Protección contra choques eléctricos	X	X	no procede
4.2.7.4 Luces exteriores y bocinas				
4.2.7.4.1	Luces delanteras y traseras (requisitos del subsistema)	X	X	no procede
4.2.7.4.1.1	Componente de interoperabilidad: Faros	Declaración «CE» de conformidad		

1	2	3	4
Características que deben evaluarse	Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción
	Revisión de diseño o examen de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo rutinario
4.2.7.4.1.2 Componente de interoperabilidad: Luces de posición	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.7.4.1.3 Componente de interoperabilidad: Luces de cola	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.7.4.2 Bocinas	X	X	no procede
4.2.7.4.2.5 Requisitos de los componentes de interoperabilidad (bocinas)	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.7.5 Procedimientos de elevación y rescate	X	no procede	no procede
4.2.7.6 Ruido interior	X	X	no procede
4.2.7.7 Aire acondicionado	X	X	no procede
4.2.7.8 Dispositivo de vigilancia del conductor	X	X	X
4.2.7.9 Sistema de control y mando y señalización			
4.2.7.9.2 Localización del juego de ruedas	X	X	no procede
4.2.7.9.3 Ruedas	X	X	no procede
4.2.7.10 Conceptos de supervisión y diagnóstico	X	X	no procede
4.2.7.11 Especificación particular para túneles	X	no procede	no procede
4.2.7.12 Sistema de alumbrado de emergencia	X	X	no procede
4.2.7.13 Software	X	X	no procede
4.2.8 Equipos de tracción y eléctricos			
4.2.8.1 Prestaciones de tracción	X	X	no procede
4.2.8.2 Límites de la demanda de adherencia rueda/carril de la tracción	X	no procede	no procede
4.2.8.3 Especificación técnica y funcional referente a la alimentación eléctrica			
4.2.8.3.1 Tensión y frecuencia del suministro eléctrico <sup>(1)</sup>	X	X	no procede
4.2.8.3.2 Máxima potencia y máxima corriente que es admisible absorber de la catenaria	X	X	no procede
4.2.8.3.3 Factor de potencia	X	X	no procede
4.2.8.3.4 Perturbaciones de la energía del sistema	X	no procede	no procede
4.2.8.3.5 Medidores de consumo de energía	X	no procede	no procede
4.2.8.3.6 Requisitos del material rodante relacionados con los pantógrafos	X	X	no procede
4.2.8.3.7 El pantógrafo como componente de interoperabilidad	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.8.3.8 El frotador como componente de interoperabilidad	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.8.3.9 Interfaces con el sistema de electrificación	X	X	no procede
4.2.8.3.10 Interfaces con el subsistema «Control y mando y señalización»	X	X	no procede
4.2.9 Puesta a punto			
4.2.9.2 Medios de limpieza externa del tren	X	no procede	no procede
4.2.9.3 Sistemas de descarga de retretes			
4.2.9.3.1 Sistema de descarga de a bordo	X	no procede	no procede

1		2	3	4
Características que deben evaluarse		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción
		Revisión de diseño o examen de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo rutinario
4.2.9.3.1	Rácores para el sistema de descarga de retretes	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.9.3.2	Carretillas móviles para descarga de retretes	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.9.4	Limpieza interior del tren			
4.2.9.4.1	Generalidades	X	no procede	no procede
4.2.9.4.2	Enchufes eléctricos	X	no procede	no procede
4.2.9.5	Equipos de reposición de agua			
4.2.9.5.1	Generalidades	X	no procede	no procede
4.2.9.5.2	Adaptadores para el llenado de agua	Declaración «CE» de conformidad		
4.2.9.6	Equipos de reposición de arena	X	no procede	no procede
4.2.9.7	Requisitos especiales para el estacionamiento de trenes	X	no procede	no procede
4.2.10	Mantenimiento			
4.2.10.1	Responsabilidades	X	no procede	no procede
4.2.10.2	El expediente de mantenimiento			
4.2.10.2.1	El expediente de justificación del diseño del mantenimiento	X	no procede	no procede
4.2.10.2.2	La documentación de mantenimiento	X	no procede	no procede
4.2.10.3	Gestión del expediente de mantenimiento	X	no procede	no procede
4.2.10.4	Gestión de la información de mantenimiento	X	no procede	no procede
4.2.10.5	Puesta en práctica del mantenimiento	X	no procede	no procede

(<sup>1</sup>) Requiere ensayo de tipo a frecuencia nominal únicamente.

## ANEXO F

**Procedimientos para la evaluación de la conformidad y de la idoneidad para el uso****F.1 Lista de módulos****Módulos para los componentes de interoperabilidad:**

- Módulo A: Control interno de la producción
- Módulo A1: Control interno del diseño con verificación de producto
- Módulo B: Examen de tipo
- Módulo C: Conformidad con el tipo
- Módulo D: Sistema de gestión de la calidad de la producción
- Módulo F: Verificación del producto
- Módulo H1: Sistema de gestión de la calidad total
- Módulo H2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño
- Módulo V: Validación de tipo por experimentación en servicio (idoneidad para el uso)

**Módulos para subsistemas**

- Módulo SB: Examen de tipo
- Módulo SD: Sistema de gestión de la calidad del producto
- Módulo SF: Verificación del producto
- Módulo SH2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño

**Módulo para los medios de mantenimiento**

- Procedimiento de evaluación de la conformidad

**F.2 Módulos para los componentes de interoperabilidad****F.2.1 Módulo A: Control interno de la producción**

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad, que debe cumplir las obligaciones previstas en el punto 2, garantiza y declara que el componente de interoperabilidad de que se trata satisface los requisitos de la ETI que le son aplicables.
2. El fabricante reunirá la documentación técnica descrita en el punto 3.
3. La documentación técnica deberá permitir evaluar la conformidad del componente de interoperabilidad con los requisitos de la ETI. En la medida en que sea relevante para dicha evaluación, la documentación abarcará el diseño, la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad. En la medida en que sea relevante para la evaluación, la documentación deberá contener:
  - una descripción general del componente de interoperabilidad;
  - información sobre los planos de diseño y fabricación, por ejemplo dibujos y esquemas de los componentes, subconjuntos, circuitos, etc.,

- las descripciones y explicaciones necesarias para comprender la información sobre el diseño y la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad,
  - las especificaciones técnicas, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup> con las cláusulas pertinentes aplicadas total o parcialmente,
  - descripciones de las soluciones adoptadas para satisfacer las exigencias de la ETI cuando no se hayan aplicado en su integridad las especificaciones europeas,
  - los resultados de los cálculos de diseño, controles efectuados, etc.;
  - los informes de los ensayos.
4. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad de cada componente de interoperabilidad fabricado con la documentación técnica contemplada en el punto 3 y con los requisitos de la ETI que le sean aplicables.
5. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá una declaración escrita de conformidad del componente de interoperabilidad. Dicha declaración deberá incluir al menos la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
  - nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor),
  - descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
  - indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad,
  - todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
  - referencia a la presente ETI, así como a las demás ETI aplicables, y en su caso a las especificaciones europeas;
  - identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.
6. El fabricante o su mandatario conservará con la documentación técnica una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de la última fabricación del componente de interoperabilidad.
- Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.
7. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI requiere una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, dicha declaración deberá adjuntarse una vez realizada por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

#### F.2.2 Módulo A1: Control interno del diseño con verificación de producto

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad, que debe cumplir las obligaciones previstas en el punto 2, garantiza y declara que el componente de interoperabilidad de que se trate satisface los requisitos de la ETI que le son aplicables.
2. El fabricante reunirá la documentación técnica descrita en el punto 3.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

3. La documentación técnica deberá permitir evaluar la conformidad del componente de interoperabilidad con los requisitos de la ETI.

La documentación técnica también incluirá pruebas de que el diseño del componente de interoperabilidad, ya aceptado antes de que se aplique la presente ETI, es conforme con la ETI y de que el componente de interoperabilidad ha prestado servicio en la misma zona.

En la medida necesaria para dicha evaluación, la documentación abarcará el diseño, la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad. En la medida en que sea relevante para la evaluación, la documentación deberá contener:

- una descripción general del componente de interoperabilidad y sus condiciones de uso,
  - información sobre los planos de diseño y fabricación, por ejemplo dibujos y esquemas de los componentes, subconjuntos, circuitos, etc.,
  - las descripciones y explicaciones necesarias para comprender la información sobre el diseño y la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad,
  - las especificaciones técnicas, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup> con las cláusulas pertinentes aplicadas total o parcialmente,
  - descripciones de las soluciones adoptadas para satisfacer las exigencias de la ETI cuando no se hayan aplicado en su integridad las especificaciones europeas,
  - los resultados de los cálculos de diseño, controles efectuados, etc.;
  - los informes de los ensayos.
4. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad de cada componente de interoperabilidad fabricado con la documentación técnica contemplada en el punto 3 y con los requisitos de la ETI que le son aplicables.
5. El organismo notificado, elegido por el fabricante, deberá efectuar los exámenes y ensayos adecuados para verificar la conformidad del componente de interoperabilidad fabricado con el tipo descrito en la documentación técnica referida en el punto 3 y con los requisitos de la ETI. El fabricante <sup>(2)</sup> podrá elegir uno de los siguientes procedimientos:
- 5.1 Verificación mediante examen y ensayo de cada producto
- 5.1.1 Se examinará individualmente cada producto y se efectuarán los ensayos apropiados a fin de verificar la conformidad del producto con el tipo descrito en la documentación técnica y con los requisitos de la ETI aplicables. Cuando un ensayo no esté recogido en la ETI (o en una norma europea citada en la ETI), se aplicarán las especificaciones europeas o ensayos equivalentes.
- 5.1.2 El organismo notificado expedirá un certificado escrito de conformidad de los productos aprobados, haciendo referencia a los ensayos efectuados.
- 5.2 Verificación estadística
- 5.2.1 El fabricante presentará sus productos en forma de lotes homogéneos y tomará todas las medidas necesarias para asegurar la homogeneidad de cada lote producido.
- 5.2.2 Todos los componentes de interoperabilidad estarán disponibles para su verificación en la forma de lotes homogéneos. Se tomará una muestra al azar de cada lote. Los componentes de interoperabilidad que conformen una muestra se examinarán individualmente, efectuándose los ensayos apropiados para garantizar la conformidad con el tipo descrito en la documentación técnica y con los requisitos de la ETI aplicables y para determinar la aceptación o el rechazo del lote. Cuando un ensayo no esté recogido en la ETI (o en una norma europea citada en la ETI), se aplicarán las especificaciones europeas o ensayos equivalentes.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

<sup>(2)</sup> Si es necesario, podría restringirse la discrecionalidad del fabricante en relación con determinados componentes. En este caso, el proceso de verificación aplicable al componente de interoperabilidad se especifica en la ETI (o en sus anexos).

- 5.2.3 El procedimiento estadístico recurrirá a los elementos apropiados (método estadístico, plan de muestreo, etc.) en función de las características que deban evaluarse, según lo especificado en la ETI.
- 5.2.4 Para los lotes aceptados, el organismo notificado expedirá un certificado escrito de conformidad relativo a los ensayos efectuados. Todos los componentes de interoperabilidad del lote podrán comercializarse, con excepción de los componentes de interoperabilidad de la muestra que no hayan resultado conformes.
- 5.2.5 Si un lote es rechazado, el organismo notificado o la autoridad competente tomarán las medidas pertinentes para impedir su comercialización. En caso de rechazo frecuente de lotes, el organismo notificado suspenderá la verificación estadística.
6. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá la declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir, como mínimo, la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor),
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.),
- indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad,
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización,
- nombre y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la conformidad y fecha de los certificados, con indicación del período y las condiciones de validez de dichos certificados,
- referencia a la presente ETI y a las demás ETI aplicables y, en su caso, a las especificaciones europeas,
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

El certificado contemplado será el certificado de conformidad mencionado en el punto 5. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad deberán estar en condiciones de presentar, previa petición, los certificados de conformidad del organismo notificado.

7. El fabricante o su mandatario conservará con la documentación técnica una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de la última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

8. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI requiere una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, dicha declaración deberá adjuntarse una vez expedida por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

### F.2.3 Módulo B: Examen de tipo

1. En este módulo se describe la parte del procedimiento mediante la cual un organismo notificado comprueba y certifica que un tipo, representativo de la producción de que se trate, satisface las disposiciones de la ETI que le sean aplicables.

2. La solicitud de examen «CE» de tipo deberá presentarla el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y la dirección del fabricante y, en caso de ser su mandatario quien presente la solicitud, también su nombre y dirección,
- una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado;
- la documentación técnica descrita en el apartado 3.

El solicitante pondrá a disposición del organismo notificado una muestra representativa de la producción prevista, a la que en lo sucesivo se denominará «tipo».

Un tipo podrá abarcar varias versiones del componente de interoperabilidad, a condición de que las diferencias entre versiones no afecten a las disposiciones de la ETI.

El organismo notificado podrá solicitar otras muestras si el programa de ensayo lo requiere.

Si el procedimiento de examen de tipo no requiere ensayos de tipo y el tipo está suficientemente definido en la documentación técnica descrita en el punto 3, el organismo notificado aceptará que no se pongan muestras a su disposición.

3. La documentación técnica deberá permitir evaluar la conformidad del componente de interoperabilidad con los requisitos de la ETI. En la medida en que sea necesario para dicha evaluación, la documentación abarcará el diseño, la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad.

La documentación técnica contendrá:

- una descripción general del tipo,
- información sobre los planos de diseño y fabricación, por ejemplo dibujos y esquemas de los componentes, subconjuntos, circuitos, etc.,
- las descripciones y explicaciones necesarias para comprender la información sobre el diseño y la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad,
- las condiciones de integración del componente de interoperabilidad en su entorno funcional (subconjunto, conjunto, subsistema) y las condiciones de interfaz necesarias,
- las condiciones de utilización y mantenimiento del componente de interoperabilidad (restricciones de tiempo o de distancia, límites de desgaste, etc.),
- las especificaciones técnicas, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup> con las cláusulas pertinentes aplicadas total o parcialmente,
- descripciones de las soluciones adoptadas para satisfacer las exigencias de la ETI cuando no se hayan aplicado en su integridad las especificaciones europeas,
- los resultados de los cálculos de diseño, controles efectuados, etc.;
- los informes de los ensayos.

4. El organismo notificado:

4.1. examinará la documentación técnica;

4.2. verificará que las muestras que puedan ser necesarias para los ensayos hayan sido fabricadas con arreglo a la documentación técnica y efectuará o hará efectuar los ensayos de tipo de conformidad con lo dispuesto en la ETI o las especificaciones europeas pertinentes;

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

- 4.3 si la ETI prevé un análisis del diseño, examinará los métodos, instrumentos y resultados del diseño, a fin de evaluar su capacidad para satisfacer los requisitos de conformidad del componente de interoperabilidad al final del proceso de diseño;
  - 4.4 si la ETI establece la obligatoriedad de un análisis del proceso de fabricación, examinará el proceso de fabricación previsto para la realización del componente de interoperabilidad a fin de evaluar su contribución a la conformidad del producto y/o examinará el análisis efectuado por el fabricante al final del proceso de diseño;
  - 4.5 identificará los elementos que hayan sido diseñados de conformidad con las disposiciones aplicables de la ETI y de las especificaciones europeas, así como los elementos cuyo diseño no se base en las disposiciones pertinentes de dichas especificaciones europeas;
  - 4.6 efectuará o hará efectuar los exámenes adecuados y ensayos necesarios de conformidad con los puntos 4.2, 4.3 y 4.4, a fin de determinar si el fabricante ha aplicado realmente las especificaciones europeas relevantes, en caso de que haya optado por esta solución;
  - 4.7 efectuará o hará efectuar los exámenes adecuados y los ensayos necesarios de conformidad con los puntos 4.2, 4.3 y 4.4, a fin de determinar si las soluciones adoptadas por el fabricante satisfacen los requisitos de la ETI cuando no se hayan aplicado las especificaciones europeas relevantes;
  - 4.8 acordará con el solicitante el lugar en que se realizarán los controles y los ensayos necesarios.
5. Cuando el tipo cumpla las disposiciones de la ETI, el organismo notificado expedirá un certificado de examen de tipo para el solicitante. El certificado llevará el nombre, apellidos y dirección del fabricante, las conclusiones del examen, las condiciones de validez del certificado y los datos necesarios para la identificación del tipo aprobado.

El período de validez no podrá exceder de 5 años.

Se adjuntará al certificado una lista en la que figuren las partes pertinentes de la documentación técnica, y el organismo notificado conservará una copia.

Si el organismo notificado se niega a expedir el certificado de examen de tipo al fabricante o a su mandatario establecido en la Comunidad, motivará de forma detallada su negativa.

Deberá existir un procedimiento de recurso.

6. El solicitante comunicará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de examen de tipo todas las modificaciones realizadas en el producto aprobado que puedan afectar a la conformidad con los requisitos de la ETI o a las condiciones de utilización previstas del producto. En estos casos, el componente de interoperabilidad recibirá una aprobación adicional por parte del organismo notificado que haya expedido el certificado «CE» de examen de tipo. En este caso, el organismo notificado efectuará solamente los exámenes y ensayos que sean pertinentes y necesarios en relación con las modificaciones. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de un complemento del certificado original de examen de tipo, o bien se expedirá un nuevo certificado previa retirada del antiguo.
7. Si no se introduce ninguna modificación con arreglo al punto 6, la validez de un certificado podrá prorrogarse, a su expiración, por un nuevo período. El solicitante solicitará dicha prórroga confirmando por escrito que no se ha introducido ninguna modificación y, a falta de información en contrario, el organismo notificado prorrogará la validez del período contemplado en el punto 5. Este procedimiento podrá repetirse.
8. Cada organismo notificado comunicará a los demás organismos notificados la información pertinente relativa a los certificados de examen de tipo y apéndices que haya expedido, retirado o denegado.
9. Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, una copia de los certificados de examen de tipo expedidos y de sus apéndices. Los anexos de los certificados (véase el punto 5) se mantendrán a disposición de los demás organismos notificados.
10. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará con la documentación técnica una copia de los certificados de examen de tipo y de sus apéndices durante un período de diez años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad. Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

## F.2.4 Módulo C: Conformidad con el tipo

1. En este módulo se describe la parte del procedimiento mediante la cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad garantiza y declara que el componente de interoperabilidad de que se trate es conforme al tipo descrito en el certificado de examen de tipo y satisface los requisitos de la ETI que le sean aplicables.
2. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad de cada componente de interoperabilidad fabricado con el tipo descrito en el certificado «CE» de examen de tipo y con los requisitos de la ETI que les sean aplicables.
3. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá una declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir al menos la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
- indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad;
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre, apellidos y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido en relación con la conformidad del examen de tipo y la fecha del certificado «CE» de examen de tipo (y sus apéndices), con indicación del período y las condiciones de validez del certificado;
- referencia a la presente ETI, así como a las demás ETI aplicables, y en su caso a las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>,
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.
- El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.
- Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.
- Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI requiere una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, dicha declaración deberá adjuntarse una vez realizada por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

## F.2.5 Módulo D: Sistema de gestión de la calidad de la producción

1. En este módulo se describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad, que debe satisfacer las obligaciones previstas en el punto 2, garantiza y declara que el componente de interoperabilidad de que se trate es conforme al tipo descrito en el certificado de examen de tipo y satisface los requisitos de la ETI aplicables.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

2. El fabricante aplicará un sistema de gestión de la calidad aprobado que abarque la fabricación y la inspección y los ensayos finales del producto, tal como se especifica en el punto 3, y sometido a la vigilancia contemplada en el punto 4. 4.
3. Sistema de gestión de la calidad
- 3.1 El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de gestión de la calidad ante el organismo notificado de su elección para los componentes de interoperabilidad de que se trate.

Dicha solicitud comprenderá:

- toda la información pertinente para la categoría de productos representativa de los componentes de interoperabilidad de que se trate,
  - la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad,
  - la documentación técnica del tipo aprobado y una copia del certificado del examen de tipo, emitido al finalizar el procedimiento de examen de tipo previsto para el módulo B.
  - una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.
- 3.2 El sistema de gestión de la calidad deberá garantizar la conformidad de los componentes de interoperabilidad con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI aplicables. Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante deberán reunirse de forma sistemática y ordenada en una documentación compuesta por políticas, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación relativa al sistema de gestión de la calidad deberá permitir una interpretación uniforme de los programas, planos, manuales y expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad y la estructura de la organización;
  - responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la calidad de los productos;
  - técnicas, procesos y acciones sistemáticas que se emplearán para la fabricación, el control de la calidad y la gestión de la calidad;
  - exámenes, comprobaciones y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación, y frecuencia con que tendrán lugar;
  - expedientes de calidad, como los informes de inspección y datos de los ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.;
  - los medios de vigilancia para controlar que se alcanza el nivel deseado de calidad en la realización de los productos, y que se logra un buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad.
- 3.3 El organismo notificado evaluará el sistema de gestión de la calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Presumirá que se cumplen dichos requisitos si el fabricante aplica un sistema de calidad para la producción y la inspección y los ensayos finales del producto que se ajusta a la norma EN/ISO 9001-2000 y toma en consideración las particularidades del componente de interoperabilidad al cual se aplica.

Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su evaluación.

La auditoría deberá ser específica para la categoría de productos representativa del componente de interoperabilidad. El equipo de auditores incluirá al menos un miembro experimentado como asesor en la tecnología del producto de que se trate. El procedimiento de evaluación comprenderá una visita de inspección a las dependencias del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

- 3.4 El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de gestión de la calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad dará a conocer al organismo notificado que haya aprobado el sistema de gestión de la calidad cualquier actualización prevista del mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de gestión de la calidad modificado sigue respondiendo a los requisitos del punto 3.2 o si debe procederse a una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

4. Vigilancia del sistema de gestión de la calidad bajo la responsabilidad del organismo notificado
- 4.1 El propósito de la vigilancia es garantizar que el fabricante cumple debidamente con las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad aprobado.
- 4.2 El fabricante concederá al organismo notificado acceso, a los fines de inspección, a los lugares de fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:
  - la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
  - los expedientes de calidad, como los informes de inspección y datos de los ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.
- 4.3 El organismo notificado efectuará periódicamente auditorías a fin de asegurarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de gestión de la calidad y proporcionará al fabricante un informe de auditoría.

Las auditorías se realizarán al menos una vez al año.

Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su vigilancia.

- 4.4 Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas imprevistas a las dependencias del fabricante. Con ocasión de dichas visitas, el organismo notificado podrá efectuar o hacer efectuar, si resulta necesario, ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad. Entregará al fabricante un informe de la visita y, si se hubiese realizado un ensayo, un informe del ensayo.
5. Los organismos notificados deberán asimismo comunicar a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de gestión de la calidad que hayan expedido, retirado o denegado.

Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, copias de las aprobaciones del sistema de gestión de la calidad que se hayan emitido.

6. El fabricante mantendrá a disposición de las autoridades nacionales durante un período de 10 años a partir de la fecha de la última fabricación del producto:

- la documentación mencionada en el segundo guión del punto 3.1,
- las actualizaciones mencionadas en el párrafo segundo del punto 3.4,

las decisiones e informes del organismo notificado que se mencionan en el último párrafo de los puntos 3.4, 4.3 y 4.4.

7. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá la declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir, como mínimo, la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);

- indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad;
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la conformidad y fecha de los certificados, con indicación del período y las condiciones de validez de dichos certificados;
- referencia a la ETI y a las demás ETI aplicables y, en su caso, a la especificación europea <sup>(1)</sup>;
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

Los certificados contemplados son:

- la aprobación del sistema de gestión de la calidad que se indica en el punto 3,
  - el certificado de examen de tipo y sus apéndices.
8. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

9. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI exige una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, se adjuntará dicha declaración una vez expedida por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

#### F.2.6 Módulo F: Verificación del producto

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad comprueba y certifica que el componente de interoperabilidad de que se trate, sujeto a las disposiciones del apartado 3, es conforme con el tipo descrito en el certificado «CE» de examen de tipo y cumple los requisitos de la ETI aplicables.
2. El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la conformidad de cada componente de interoperabilidad con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI aplicables.
3. El organismo notificado deberá efectuar los exámenes y ensayos adecuados para comprobar la conformidad del componente de interoperabilidad del tipo descrito en el certificado «CE» de examen de tipo y con los requisitos de la ETI. El fabricante <sup>(2)</sup> podrá elegir entre el examen y ensayo de cada componente de interoperabilidad, según lo especificado en el punto 4, o el examen y ensayo de componentes de interoperabilidad con criterio estadístico, según lo especificado en el punto 5.
4. Verificación mediante examen y ensayo de cada componente de interoperabilidad
  - 4.1 Se examinará individualmente cada producto y se efectuarán los ensayos apropiados a fin de verificar la conformidad del producto con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI aplicables. Cuando un ensayo no esté recogido en la ETI (o en una norma europea citada en la ETI), se aplicarán las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>, o ensayos equivalentes.
  - 4.2 El organismo notificado expedirá un certificado escrito de conformidad de los productos aprobados relativo a los ensayos efectuados.
  - 4.3 El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad deberán poder presentar, si así se les solicitara, los certificados de conformidad del organismo notificado.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

<sup>(2)</sup> En el caso de determinadas ETI podría restringirse la capacidad de elección del fabricante.

5. Verificación estadística
  - 5.1. El fabricante presentará sus componentes de interoperabilidad en forma de lotes homogéneos y tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación garantice la homogeneidad de cada lote de producto.
  - 5.2. Todos los componentes de interoperabilidad estarán disponibles para su verificación en la forma de lotes homogéneos. Se tomará una muestra al azar de cada lote. Los componentes de interoperabilidad que conformen una muestra se examinarán individualmente, efectuándose los ensayos apropiados para garantizar la conformidad con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI aplicables y para determinar la aceptación o el rechazo del lote. Cuando un ensayo no esté recogido en la ETI (o en una norma europea citada en la ETI), se aplicarán las especificaciones europeas o ensayos equivalentes.
  - 5.3. El procedimiento estadístico recurrirá a los elementos apropiados (método estadístico, plan de muestreo, etc.) en función de las características que deban evaluarse, según lo especificado en la ETI.
  - 5.4. Para los lotes aceptados, el organismo notificado expedirá un certificado escrito de conformidad relativo a los ensayos efectuados. Todos los componentes de interoperabilidad del lote podrán comercializarse, con excepción de los componentes de interoperabilidad de la muestra que no hayan resultado conformes.

Si un lote es rechazado, el organismo notificado o la autoridad competente tomarán las medidas pertinentes para impedir su comercialización. En caso de rechazo frecuente de lotes, el organismo notificado suspenderá la verificación estadística.
  - 5.5. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad deberá estar en condiciones de presentar, previa petición, los certificados de conformidad del organismo notificado.
6. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá la declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir, como mínimo, la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
- indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad;
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la conformidad y fecha de los certificados, con indicación del período y las condiciones de validez de dichos certificados;
- referencia a la presente ETI y a las demás ETI aplicables y, en su caso, a las especificaciones europeas;
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

Los certificados contemplados son:

- el certificado de examen de tipo y sus apéndices.
- el certificado de conformidad mencionado en los puntos 4 o 5.

7. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

8. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI exige una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, se adjuntará dicha declaración una vez expedida por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

#### F.2.7 Módulo H1: Sistema de gestión de la calidad total

1. Este módulo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad, que debe cumplir las obligaciones previstas en el punto 2, garantiza y declara que el componente de interoperabilidad de que se trate satisface los requisitos de la ETI que le sean aplicables.
2. El fabricante deberá aplicar un sistema de gestión de la calidad aprobado que abarcará el diseño, la fabricación y la inspección y los ensayos finales de los productos, tal como se especifica en el punto 3, y que será sometido a la vigilancia contemplada en el punto 4. 4.
3. Sistema de gestión de la calidad
- 3.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de gestión de la calidad ante el organismo notificado de su elección para los componentes de interoperabilidad de que se trate.

Dicha solicitud comprenderá:

- toda la información pertinente para la categoría de productos representativa del componente de interoperabilidad de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
- una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.

- 3.2. El sistema de gestión de la calidad asegurará la conformidad del componente de interoperabilidad con los requisitos de la ETI aplicables. Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante deberán reunirse de forma sistemática y ordenada en una documentación compuesta por políticas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación relativa al sistema de gestión de la calidad deberá permitir una interpretación uniforme de las políticas y los procedimientos de calidad, como programas, planes, manuales y expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad y la estructura de la organización;
- responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la calidad del diseño y de los productos,
- las especificaciones técnicas de diseño, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>, que se aplicarán y, cuando no se apliquen íntegramente las especificaciones europeas, los medios que se utilizarán para asegurar que se respetan los requisitos de la ETI aplicables al componente de interoperabilidad,
- técnicas, procesos y acciones sistemáticas de control y verificación del diseño que se utilizarán durante el diseño de los componentes de interoperabilidad relativos a la categoría de productos cubierta,
- técnicas, procesos y acciones sistemáticas correspondientes que se utilizarán para la fabricación, el control de la calidad y el sistema de gestión de la calidad,
- exámenes, comprobaciones y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación, y frecuencia con que tendrán lugar;

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

- expedientes de calidad, como los informes de inspección y datos de los ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.;
- medios que permitan verificar que se ha alcanzado el nivel deseado de calidad de diseño y realización del producto, así como el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad.

Las políticas y procedimientos de calidad deberán abarcar, en particular, las fases de evaluación, tales como el análisis del diseño, el análisis del procedimiento de fabricación y los ensayos de tipo, especificadas en la ETI para las distintas características y rendimientos del componente de interoperabilidad.

- 3.3. El organismo notificado evaluará el sistema de gestión de la calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Deberá presumir que se cumplen dichas exigencias si el fabricante aplica un sistema de calidad para el diseño, la producción y la inspección y los ensayos finales del producto que se ajusta a la norma EN/ISO 9001-2000 y toma en consideración las particularidades del componente de interoperabilidad para el que se aplica.

Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su evaluación.

La auditoría deberá ser específica para la categoría de productos representativa del componente de interoperabilidad. El equipo de auditores incluirá al menos un miembro experimentado como asesor en la tecnología del producto de que se trate. El procedimiento de evaluación comprenderá una visita de evaluación a las dependencias del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

- 3.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de gestión de la calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad dará a conocer al organismo notificado que haya aprobado el sistema de gestión de la calidad cualquier actualización prevista del mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de gestión de la calidad modificado sigue respondiendo a los requisitos del punto 3.2 o si debe procederse a una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones de la evaluación y la decisión de evaluación motivada.

4. Vigilancia del sistema de gestión de la calidad bajo la responsabilidad del organismo notificado

- 4.1. El propósito de la vigilancia es garantizar que el fabricante cumple correctamente las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad aprobado.

- 4.2. El fabricante concederá al organismo notificado acceso, con fines de inspección, a los lugares de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:

- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad del diseño, como los resultados de análisis, cálculos, ensayos, etc.;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad dedicada a la fabricación, como los informes de inspección y datos de ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.

- 4.3. El organismo notificado efectuará periódicamente auditorías a fin de asegurarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de gestión de la calidad y proporcionará al fabricante un informe de auditoría. Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su vigilancia.

Las auditorías se realizarán al menos una vez al año.

4.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas imprevistas a las dependencias del fabricante. Con ocasión de dichas visitas, el organismo notificado podrá efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad cuando resulte necesario. Deberá proporcionar al fabricante un informe de la visita y, si se realiza algún ensayo, un informe de ensayo.

5. El fabricante mantendrá a disposición de las autoridades nacionales durante un período de 10 años a partir de la fecha de la última fabricación del producto:

- la documentación contemplada en el segundo guión del párrafo segundo del punto 3.1;
- las adaptaciones contempladas en el párrafo segundo del apartado 3.4;
- las decisiones e informes del organismo notificado que se mencionan en el último párrafo de los puntos 3.4, 4.3 y 4.4.

6. Los organismos notificados deberán asimismo comunicar a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de gestión de la calidad que hayan expedido, retirado o denegado.

Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, copias de las aprobaciones del sistema de gestión de la calidad y aprobaciones adicionales que se hayan emitido.

7. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá la declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir, como mínimo, la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
- indicación del procedimiento que se ha seguido (módulo) para declarar la conformidad;
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la conformidad y fecha de los certificados, con indicación del período y las condiciones de validez de dichos certificados;
- referencia a la presente ETI y a las demás ETI aplicables y, en su caso, a las especificaciones europeas;
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

El certificado contemplado es:

- la aprobación del sistema de gestión de la calidad que se indica en el punto 3,

8. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

9. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI exige una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, se adjuntará dicha declaración una vez expedida por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

#### F.2.8 Módulo H2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño

1. En este módulo se describe el procedimiento mediante el cual un organismo notificado efectúa un examen del diseño de un componente de interoperabilidad y el fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad que reúne los requisitos del punto 2 garantiza y declara que el componente de interoperabilidad considerado satisface los requisitos de la ETI aplicables.
2. El fabricante deberá aplicar un sistema de gestión de la calidad aprobado que abarcará el diseño, la fabricación y la inspección y los ensayos finales de los productos, tal como se especifica en el punto 3, y que será sometido a la vigilancia contemplada en el punto 4. 4.
3. Sistema de gestión de la calidad
- 3.1. El fabricante presentará una solicitud de evaluación de su sistema de gestión de la calidad ante el organismo notificado de su elección para los componentes de interoperabilidad de que se trate.

Dicha solicitud comprenderá:

- toda la información pertinente para la categoría de productos representativa del componente de interoperabilidad de que se trate;
  - la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
  - una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.
- 3.2. El sistema de gestión de la calidad asegurará la conformidad del componente de interoperabilidad con los requisitos de la ETI aplicables. Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por el fabricante deberán reunirse de forma sistemática y ordenada en una documentación compuesta por políticas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación relativa al sistema de gestión de la calidad deberá permitir una fácil comprensión de las políticas y los procedimientos de calidad, como programas, planes, manuales y expedientes de calidad.

En particular, incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad y la estructura de la organización;
- responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la calidad del diseño y de los productos;
- las especificaciones técnicas de diseño, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>, que se aplicarán y, cuando no se apliquen íntegramente las especificaciones europeas, los medios que se utilizarán para asegurar que se respetan los requisitos de la ETI aplicables al componente de interoperabilidad;
- técnicas, procesos y acciones sistemáticas de control y verificación del diseño que se utilizarán durante el diseño de los componentes de interoperabilidad relativos a la categoría de productos cubierta;
- técnicas, procesos y acciones sistemáticas correspondientes que se utilizarán para la fabricación, el control de la calidad y el sistema de gestión de la calidad;
- exámenes, comprobaciones y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación, y frecuencia con que tendrán lugar;
- expedientes de calidad, como los informes de inspección y datos de los ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.;
- medios que permitan verificar que se ha alcanzado el nivel deseado de calidad de diseño y realización del producto, así como el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

Las políticas y procedimientos de calidad deberán abarcar, en particular, las fases de evaluación, tales como el análisis del diseño, el análisis de los procedimientos de fabricación y los ensayos de tipo, especificadas en la ETI para las distintas características y prestaciones del componente de interoperabilidad.

- 3.3. El organismo notificado evaluará el sistema de gestión de la calidad para determinar si cumple los requisitos contemplados en el punto 3.2. Presumirá que se cumplen dichas exigencias si el fabricante aplica un sistema de calidad para el diseño, la producción y la inspección y los ensayos finales del producto que se ajusta a la norma EN/ISO 9001-2000 y toma en consideración las particularidades del componente de interoperabilidad para el que se aplica.

Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su evaluación.

La auditoría deberá ser específica para la categoría de productos representativa del componente de interoperabilidad. El equipo de auditores incluirá al menos un miembro experimentado como asesor en la tecnología del producto de que se trate. El procedimiento de evaluación comprenderá una visita de evaluación a las dependencias del fabricante.

La decisión se notificará al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones de la auditoría y la decisión de evaluación motivada.

- 3.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de gestión de la calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.

El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad dará a conocer al organismo notificado que haya aprobado el sistema de gestión de la calidad cualquier actualización prevista del mismo.

El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de gestión de la calidad modificado sigue respondiendo a los requisitos del punto 3.2 o si debe procederse a una nueva evaluación.

El organismo notificará su decisión al fabricante. La notificación contendrá las conclusiones de la evaluación y la decisión de evaluación motivada.

4. Vigilancia del sistema de gestión de la calidad bajo la responsabilidad del organismo notificado

- 4.1. El propósito de la vigilancia es garantizar que el fabricante cumple correctamente las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad aprobado.

- 4.2. El fabricante concederá al organismo notificado acceso, a los fines de inspección, a los lugares de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento, y le facilitará toda la información necesaria, en particular:

- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad del diseño, como los resultados de análisis, cálculos, ensayos, etc.;
- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad dedicada a la fabricación, como los informes de inspección y datos de ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.

- 4.3. El organismo notificado efectuará periódicamente auditorías a fin de asegurarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de gestión de la calidad y proporcionará al fabricante un informe de auditoría. Si el fabricante aplica un sistema de gestión de la calidad certificado, el organismo notificado deberá tenerlo en cuenta en su vigilancia.

Las auditorías se realizarán al menos una vez al año.

- 4.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas imprevistas a las dependencias del fabricante. Con ocasión de dichas visitas, el organismo notificado podrá efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad cuando resulte necesario. Deberá proporcionar al fabricante un informe de la visita y, si se realiza algún ensayo, un informe de ensayo.

5. El fabricante mantendrá a disposición de las autoridades nacionales durante un período de 10 años a partir de la fecha de la última fabricación del producto:
- la documentación contemplada en el segundo guión del segundo párrafo del apartado 3.1;
  - las actualizaciones contempladas en el párrafo segundo del punto 3.4;
  - las decisiones e informes del organismo notificado que se mencionan en el último párrafo de los puntos 3.4, 4.3 y 4.4.

6. Examen del diseño

- 6.1. El fabricante deberá presentar una solicitud de examen del diseño del componente de interoperabilidad ante el organismo notificado que él mismo elija.
- 6.2. La solicitud deberá permitir comprender el diseño, la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del componente de interoperabilidad y evaluar su conformidad con los requisitos de la ETI.

Dicho programa comprenderá:

- una descripción general del tipo;
  - las especificaciones técnicas del diseño, incluidas las especificaciones europeas, con las cláusulas relevantes, que se han aplicado total o parcialmente;
  - cualquier documento necesario para justificar su adecuación, en particular cuando no se hayan aplicado las especificaciones europeas y las cláusulas relevantes;
  - el programa de ensayos;
  - las condiciones de integración del componente de interoperabilidad en su entorno funcional (subconjunto, conjunto, subsistema) y las condiciones de interfaz necesarias;
  - las condiciones de utilización y mantenimiento del componente de interoperabilidad (restricciones de tiempo o de distancia, límites de desgaste, etc.);
  - una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.
- 6.3 El solicitante presentará los resultados de los ensayos <sup>(1)</sup>, incluidos los ensayos de tipo cuando resulten necesarios, efectuados en su laboratorio o por cuenta suya.
- 6.4. El organismo notificado examinará la solicitud y evaluará los resultados de los ensayos. En caso de que el diseño sea conforme a las disposiciones aplicables de la ETI, el organismo notificado deberá expedir al solicitante un certificado «CE» de examen de diseño. El certificado contendrá las conclusiones del examen, las condiciones de su validez, los datos necesarios para la identificación del diseño aprobado y, en su caso, una descripción del funcionamiento del producto.

El período de validez no podrá exceder de 5 años.

- 6.5. El solicitante mantendrá informado al organismo notificado que haya expedido el certificado «CE» de examen de diseño acerca de todas las modificaciones del diseño aprobado que puedan afectar a la conformidad con los requisitos de la ETI o a las condiciones de utilización previstas del componente de interoperabilidad. En estos casos, el componente de interoperabilidad recibirá una aprobación adicional por parte del organismo notificado que haya expedido el certificado «CE» de examen de diseño. En este caso, el organismo notificado efectuará solamente los exámenes y ensayos que sean pertinentes y necesarios en relación con las modificaciones. Esta aprobación complementaria se expedirá en forma de apéndice al certificado «CE» de examen de diseño original.
- 6.6. Si no se introduce ninguna modificación con arreglo al punto 6.4, la validez de un certificado podrá prorrogarse, a su expiración, por un nuevo período. El solicitante pedirá dicha prórroga confirmando por escrito que no se ha introducido ninguna modificación y, a falta de información en contrario, el organismo notificado concederá la prórroga por un nuevo período de validez según lo contemplado en el punto 6.3. Este procedimiento podrá repetirse.

<sup>(1)</sup> Los resultados de los ensayos podrán presentarse junto con la solicitud o posteriormente.

7. Cada organismo notificado deberá comunicar a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de gestión de la calidad y los certificados «CE» de examen de diseño que haya expedido, retirado o denegado.

Los demás organismos notificados recibirán, previa solicitud, una copia

- de las aprobaciones de los sistemas de gestión de la calidad y de las aprobaciones complementarias expedidas, y
- los certificados «CE» de examen de diseño y los apéndices expedidos.

8. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá la declaración «CE» de conformidad del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir al menos la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de conformidad y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE y otras Directivas que sean aplicables al componente de interoperabilidad);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
- indicación del procedimiento seguido (módulo) para declarar la conformidad;
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la conformidad y fecha de los certificados, con indicación del período y las condiciones de validez de dichos certificados;
- referencia a la ETI y a las demás ETI aplicables y, en su caso, a las especificaciones europeas;
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

Los certificados contemplados son:

- los informes de aprobación y de vigilancia del sistema de gestión de la calidad indicados en los puntos 3 y 4;
- el certificado «CE» de examen del diseño y sus apéndices.

9. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de conformidad durante un período de 10 años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

10. Si, además de la declaración «CE» de conformidad, la ETI exige una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad, se adjuntará dicha declaración una vez expedida por el fabricante en las condiciones indicadas en el módulo V.

## F.2.9 Módulo V: Validación de tipo mediante experimentación en servicio (idoneidad para el uso)

1. En este módulo se describe la parte del procedimiento mediante la cual un organismo notificado comprueba y certifica que una muestra representativa de la producción de que se trate satisface las disposiciones de la ETI relativas a su idoneidad para el uso, por medio de una validación de tipo demostrada mediante experimentación en servicio <sup>(1)</sup>.
2. La solicitud de validación de tipo por experimentación en servicio será presentada por el fabricante o por su mandatario establecido en la Comunidad ante el organismo notificado de su elección.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y la dirección del fabricante y, en caso de ser su mandatario quien presente la solicitud, también su nombre y dirección;
- una declaración por escrito en la que se precise que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado;
- la documentación técnica descrita en el punto 3;
- el programa de validación mediante experimentación en servicio contemplado en el punto 4;
- nombre y dirección de la sociedad (administrador de la infraestructura o empresa ferroviaria) propuesta por el solicitante para colaborar en la evaluación de idoneidad para el uso mediante experimentación en servicio:
- con la puesta en funcionamiento del componente de interoperabilidad,
- vigilando su comportamiento en servicio, y
- realizando un informe sobre la experimentación en servicio;
- nombre y dirección de la sociedad que se encargará del mantenimiento del componente de interoperabilidad durante el tiempo o la distancia de funcionamiento previsto para la experimentación en servicio;
- una declaración «CE» de conformidad para el componente de interoperabilidad, y:
- si la ETI requiere el módulo B, un certificado «CE» de examen de tipo;
- si la ETI requiere el módulo H2, un certificado «CE» de examen de diseño.

El solicitante pondrá a disposición de la sociedad que se encargue del funcionamiento del componente de interoperabilidad en servicio, una muestra o un número suficiente de muestras representativas de la producción, en lo sucesivo denominadas «tipo». Un tipo puede abarcar varias versiones del componente de interoperabilidad a condición de que todas las diferencias entre versiones estén amparadas por las declaraciones «CE» de conformidad y los certificados citados.

El organismo notificado podrá solicitar que se pongan en servicio muestras adicionales si resulta necesario para la validación mediante experimentación en servicio.

3. La documentación técnica deberá permitir evaluar la conformidad del producto con las exigencias de la ETI. En la medida en que sea necesario para dicha evaluación, la documentación abarcará el diseño, la fabricación y el funcionamiento del componentes de interoperabilidad.

La documentación técnica contendrá:

- una descripción general del tipo;
- la especificación técnica con respecto a la cual deben evaluarse los rendimientos y el comportamiento en servicio del componente de interoperabilidad (la ETI aplicable o la especificación europea que contenga las disposiciones aplicables);
- las condiciones de integración del componente de interoperabilidad en su entorno funcional (subconjunto, conjunto, subsistema) y las condiciones de interfaz necesarias;

<sup>(1)</sup> Durante el tiempo de experimentación en servicio, no se comercializará el componente de interoperabilidad.

- las condiciones de utilización y mantenimiento del componente de interoperabilidad (restricciones de tiempo o de distancia, límites de desgaste, etc.);
- las descripciones y explicaciones necesarias para la comprensión del diseño, fabricación y funcionamiento del componente de interoperabilidad;

y, en la medida en que sea necesario para la evaluación:

- los dibujos de diseño y de fabricación;
- los resultados de los cálculos de diseño y los controles efectuados;
- los informes de los ensayos.

Si la ETI exige que la documentación técnica incluya información complementaria, ésta deberá incluirse.

Deberá adjuntarse una lista de las especificaciones europeas citadas en la documentación técnica que se hayan aplicado en su totalidad o en parte.

4. El programa de validación mediante experimentación en servicio deberá precisar:
  - los rendimientos o el comportamiento en servicio que debe presentar el componente de interoperabilidad en ensayo;
  - las disposiciones de montaje;
  - la duración del programa — en tiempo o en distancia;
  - las condiciones de funcionamiento y el programa de mantenimiento corriente que debe ponerse en práctica;
  - el programa de mantenimiento;
  - en su caso, los ensayos especiales que deban efectuarse en servicio;
  - la dimensión del lote de muestras — si no se trata de una muestra única;
  - el programa de inspección (naturaleza, número y frecuencia de las inspecciones, documentación);
  - los criterios relativos a los defectos admisibles y las repercusiones sobre el programa;
  - la información que debe figurar en el informe elaborado por la sociedad que ponga en funcionamiento el componente de interoperabilidad en servicio (véase el punto 2).
5. El organismo notificado:
  - 5.1. Examinará la documentación técnica y el programa de validación mediante experimentación en servicio.
  - 5.2. Se asegurará de que el tipo sea representativo y haya sido fabricado conforme a la documentación técnica.
  - 5.3. Verificará que el programa de validación mediante experimentación en servicio es adecuado para la evaluación de los rendimientos y del comportamiento en servicio que debe presentar el componente de interoperabilidad.
  - 5.4. De común acuerdo con el solicitante, adoptará el programa y el lugar de ejecución de las inspecciones y los ensayos necesarios y elegirá el organismo que procederá a los ensayos (el organismo notificado u otro laboratorio competente).
  - 5.5. Vigilará e inspeccionará la marcha en servicio, el funcionamiento y el mantenimiento del componente de interoperabilidad.
  - 5.6. Evaluará el informe elaborado por la sociedad (administrador de la infraestructura o empresa ferroviaria) que haya puesto en funcionamiento el componente de interoperabilidad, así como todos los demás documentos e informaciones obtenidos durante el procedimiento (informes de ensayos, experiencia de mantenimiento, etc.).
  - 5.7. Evaluará si el comportamiento en servicio cumple los requisitos de la ETI.

6. Si el tipo satisface las disposiciones de la ETI, el organismo notificado expedirá al solicitante un certificado de idoneidad para el uso. El certificado incluirá nombre, apellidos y dirección del fabricante, las conclusiones de la validación, las condiciones de validez del certificado y los datos necesarios para la identificación del tipo aprobado.

El período de validez no podrá exceder de 5 años.

Se adjuntará al certificado una lista de las partes pertinentes de la documentación técnica, y el organismo notificado conservará una copia.

Si deniega la expedición del certificado de tipo al fabricante, el organismo notificado motivará de un forma detallada su negativa.

Deberá existir un procedimiento de recurso.

7. El solicitante informará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de idoneidad para el uso acerca de todas las modificaciones al producto aprobado que requieran una nueva aprobación, cuando dichas modificaciones puedan poner en peligro la conformidad a los requisitos de la ETI o a las condiciones de utilización previstas del producto. En este caso, el organismo notificado efectuará solamente los exámenes y ensayos que sean pertinentes y necesarios en relación con las modificaciones. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de un complemento del certificado original de idoneidad para el uso, o bien se expedirá un nuevo certificado previa retirada del antiguo.
8. Si no se introduce ninguna modificación con arreglo al punto 7, la validez de un certificado podrá prorrogarse, a su expiración, por un nuevo período. El solicitante pedirá dicha prórroga confirmando por escrito que no se ha introducido ninguna modificación y, a falta de información en contrario, el organismo notificado prorrogará la validez del período contemplado en el punto 6. Este procedimiento podrá repetirse.
9. Cada organismo notificado comunicará a los demás organismos notificados la información útil relativa a los certificados de idoneidad para el uso que haya expedido, retirado o denegado.
10. Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, una copia de los certificados de idoneidad para el uso o de sus apéndices. Los anexos de los certificados se mantendrán a disposición de los demás organismos notificados.
11. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad expedirá una declaración «CE» de idoneidad para el uso del componente de interoperabilidad.

Dicha declaración deberá incluir al menos la información indicada en el punto 3 del anexo IV y en el apartado 3 del artículo 13 de la Directiva 2001/16/CE. La declaración «CE» de idoneidad para el uso y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados.

La declaración deberá ir redactada en la misma lengua que la documentación técnica y contendrá los elementos siguientes:

- referencias de la Directiva (Directiva 2001/16/CE);
- nombre, apellidos y dirección del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad (se indicará la razón social y dirección completa; si se trata de un mandatario, se consignará también la razón social del fabricante o constructor);
- descripción del componente de interoperabilidad (marca, tipo, etc.);
- todas las descripciones pertinentes a las que se ajuste el componente de interoperabilidad y, en particular, las condiciones de utilización;
- nombre, apellidos y dirección del organismo u organismos notificados que hayan intervenido en el procedimiento seguido para la idoneidad para el uso y la fecha del certificado de idoneidad para el uso, con indicación del período y las condiciones de validez del certificado;
- referencia a la presente ETI, así como a las demás ETI aplicables, y en su caso a las especificaciones europeas;
- identificación del signatario apoderado que firme en nombre del fabricante o de su mandatario establecido en la Comunidad.

12. El fabricante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia de la declaración «CE» de idoneidad para el uso durante un período de diez años a partir de la fecha de última fabricación del componente de interoperabilidad.

Cuando ni el fabricante ni su mandatario estén establecidos en la Comunidad, la obligación de mantener disponible la documentación técnica incumbirá a la persona responsable de la comercialización del componente de interoperabilidad en el mercado comunitario.

### F.3 Módulos para la verificación «CE» de subsistemas

Nota: En este apartado F.3, el término «subsistema» se refiere al subsistema «Material rodante», o en su caso, al subsistema «Energía».

#### F.3.1 Módulo SB: Examen de tipo

1. En este módulo se describe el procedimiento «CE» de verificación en virtud del cual un organismo notificado comprueba y certifica, a petición de una entidad contratante o de su mandatario establecido en la Comunidad, que un tipo de subsistema, representativo de la producción prevista:

- se ajusta a lo dispuesto en la presente ETI y en cualquier otra ETI aplicable, que acreditan el cumplimiento de los requisitos esenciales <sup>(1)</sup> de la Directiva 2001/16/CE.
- cumple las demás disposiciones reglamentarias derivadas del Tratado.

El examen de tipo que se define en este módulo podría incluir fases específicas de evaluación: revisión del diseño, ensayo de tipo o revisión del proceso de fabricación, que se especifican en la ETI correspondiente.

2. La entidad contratante <sup>(2)</sup> deberá presentar una solicitud de verificación «CE» (a través del examen de tipo) del subsistema ante el organismo notificado que ella misma elija.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y dirección de la entidad contratante o de su mandatario, y
- la documentación técnica descrita en el apartado 3.

3. El solicitante deberá poner a disposición del organismo notificado una muestra del subsistema <sup>(3)</sup> que sea representativa de la producción prevista, y que en lo sucesivo se denominará «tipo».

Un tipo puede abarcar varias versiones del subsistema, a condición de que las diferencias entre versiones no afecten a las disposiciones de la ETI.

El organismo notificado podrá solicitar otras muestras si el programa de ensayo lo requiere.

Si fuera necesario para un ensayo o unos métodos de examen particulares, y así se especifica en la ETI o en la especificación europea <sup>(4)</sup> a que se refiere la ETI, también se entregarán una o varias muestras de un conjunto o subconjunto o una muestra del subsistema en situación de premontado.

La documentación técnica y las muestras deberán hacer posible la comprensión del diseño, la fabricación, la instalación, el mantenimiento y el funcionamiento del subsistema y la evaluación de su conformidad con los requisitos de la ETI.

La documentación técnica contendrá:

- una descripción general del subsistema, de su diseño de conjunto y de su construcción;

<sup>(1)</sup> Los requisitos esenciales se reflejan en los parámetros técnicos, interfaces y requisitos de rendimiento que se establecen en el capítulo 4 de la ETI.

<sup>(2)</sup> En este módulo, «entidad contratante» significa «la entidad contratante del subsistema, definida en la Directiva, o su mandatario establecido en la Comunidad».

<sup>(3)</sup> En este sentido, la ETI podrá definir requisitos específicos en el apartado que corresponda.

<sup>(4)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI;
- información sobre el diseño y la fabricación, como planos, esquemas de componentes, subconjuntos, conjuntos, circuitos, etc.;
- las descripciones y explicaciones necesarias para comprender la información sobre el diseño y la fabricación, el mantenimiento y el funcionamiento del subsistema;
- las especificaciones técnicas aplicadas, incluidas las especificaciones europeas;
- las pruebas que puedan ser necesarias para demostrar la aplicación de las especificaciones mencionadas, sobre todo en caso de no haber aplicado plenamente las especificaciones europeas y las cláusulas pertinentes;
- la lista de los componentes de interoperabilidad que vayan a incorporarse al subsistema;
- copias de las declaraciones «CE» de conformidad o de idoneidad de los componentes de interoperabilidad y todos los elementos necesarios definidos en el anexo VI de las Directivas;
- demostración de la conformidad con el resto de reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados);
- documentación técnica relativa a la fabricación y el montaje del subsistema;
- la lista de fabricantes que han intervenido en el diseño, la fabricación, el montaje y la instalación del subsistema;
- las condiciones de utilización del subsistema (restricciones de tiempo o distancia de funcionamiento, límites de desgaste, etc.);
- condiciones de mantenimiento y documentación técnica relativa al mantenimiento del subsistema;
- todo requisito técnico que deba tenerse en cuenta durante la producción, el mantenimiento o el funcionamiento del subsistema;
- los resultados de los cálculos de diseño, controles efectuados, etc.;
- los informes de los ensayos.

Si la ETI exige que la documentación técnica incluya información complementaria, ésta deberá incluirse.

4. El organismo notificado:
  - 4.1. Examinará la documentación técnica.
  - 4.2. Verificará que las muestras del subsistema, o de sus conjuntos o subconjuntos, se hayan fabricado de conformidad con la documentación técnica, y realizará o habrá realizado los ensayos de tipo de conformidad con las disposiciones de la ETI y de las especificaciones europeas aplicables. Dicha fabricación se verificará aplicando un módulo de evaluación adecuado.
  - 4.3. Si la ETI exige un análisis del diseño, examinará los métodos, instrumentos y resultados del diseño, a fin de evaluar su capacidad para satisfacer los requisitos de conformidad del subsistema al final del proceso de diseño.
  - 4.4. Identificará los elementos que hayan sido diseñados de conformidad con las disposiciones aplicables de la ETI y de las especificaciones europeas, así como los elementos cuyo diseño no se base en las disposiciones pertinentes de dichas especificaciones europeas.
  - 4.5. Efectuará o hará efectuar los exámenes apropiados y los ensayos necesarios de conformidad con los puntos 4.2 y 4.3, con el fin de comprobar si se han aplicado realmente las especificaciones europeas, en caso de que haya optado por esta solución.
  - 4.6. Efectuará o hará efectuar los exámenes apropiados y los ensayos necesarios de conformidad con los puntos 4.2 y 4.3, con el fin de comprobar si las soluciones adoptadas satisfacen los requisitos de la ETI cuando no se hayan aplicado las especificaciones europeas apropiadas.
  - 4.7. Acordará con el solicitante el lugar donde se realizarán los exámenes y los ensayos necesarios.

5. Cuando el tipo cumpla las disposiciones de la ETI, el organismo notificado expedirá un certificado de examen de tipo para el solicitante. El certificado llevará el nombre, apellidos y dirección de la entidad contratante y de los fabricantes que figuren en la documentación técnica, las conclusiones del examen, las condiciones de validez del certificado y los datos necesarios para la identificación del tipo aprobado.

Se adjuntará al certificado una lista de las partes pertinentes de la documentación técnica, y el organismo notificado conservará una copia.

Si se deniega la expedición del certificado de tipo a la entidad contratante, el organismo notificado detallará los motivos de su negativa.

Deberá existir un procedimiento de recurso.

6. Cada organismo notificado deberá comunicar a los demás organismos notificados la información relevante relativa a los certificados de examen de tipo que haya expedido, retirado o denegado.
7. Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, una copia de los certificados de examen de tipo expedidos o de sus complementos. Los anexos de los certificados se mantendrán a disposición de los demás organismos notificados.
8. La entidad contratante deberá conservar, junto con la documentación técnica, copias de los certificados de examen de tipo y todos sus complementos durante toda la vida útil del subsistema. Esta documentación será remitida a cualquier Estado miembro que lo solicite.
9. Durante la fase de producción, el solicitante comunicará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de examen de tipo todas las modificaciones que puedan afectar a la conformidad con los requisitos de la ETI o a las condiciones de utilización previstas del subsistema. En estos casos, el subsistema deberá recibir una nueva aprobación. En este caso, el organismo modificado efectuará solamente los exámenes y ensayos que sean pertinentes y necesarios en relación con las modificaciones. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de un complemento del certificado original de examen de tipo, o bien se expedirá un nuevo certificado previa retirada del antiguo.

#### F.3.2 Módulo SD: Sistema de gestión de la calidad de la producción

1. En este módulo se describe el procedimiento «CE» de verificación mediante el cual un organismo notificado verifica y certifica, por solicitud de una entidad contratante o de su mandatario establecido en la Comunidad, que un subsistema para el que un organismo notificado ya haya emitido un certificado de examen de tipo,

— se ajusta a lo dispuesto en la presente ETI y en cualquier otra ETI aplicable, que acreditan el cumplimiento de los requisitos esenciales <sup>(1)</sup> de la Directiva 2001/16/CE,

— cumple con las demás disposiciones reglamentarias derivadas del Tratado,

y puede entrar en servicio.

2. El organismo notificado llevará a cabo el procedimiento, a condición de que:

— el certificado de examen de tipo expedido antes la evaluación siga siendo válido para el subsistema objeto de la solicitud, y

— la entidad contratante <sup>(2)</sup> y los contratistas principales implicados cumplan las obligaciones mencionadas en el punto 3.

Los «contratistas principales» son las empresas cuyas actividades contribuyen al cumplimiento de los requisitos esenciales de la ETI. Se trata, concretamente, de:

— la empresa responsable del proyecto de subsistema en su conjunto (en particular, de la integración del subsistema);

— otras empresas que intervengan únicamente en una parte del proyecto de subsistema (por ejemplo, que se ocupen de su montaje o instalación).

Este término no hace referencia a los subcontratistas del fabricante que suministren componentes de interoperabilidad o de otro tipo.

<sup>(1)</sup> Los requisitos esenciales se reflejan en los parámetros técnicos, interfaces y requisitos de rendimiento que se establecen en el capítulo 4 de la ETI.

<sup>(2)</sup> En este módulo, «entidad contratante» significa «la entidad contratante del subsistema, definida en la Directiva, o su mandatario establecido en la Comunidad».

3. Para el subsistema que sea objeto del procedimiento de verificación «CE», la entidad contratante, o los contratistas principales, en su caso, utilizarán un sistema aprobado de gestión de la calidad de la fabricación y la inspección y el ensayo final del producto, tal como se especifica en el apartado 5, y que será objeto de la vigilancia especificada en el apartado 6.

Cuando la propia entidad contratante sea la responsable del proyecto de subsistema completo (incluida, en particular, la responsabilidad de integración del subsistema), o cuando la entidad contratante participe directamente en la producción (incluidos el montaje y la instalación), deberá utilizar un sistema aprobado de gestión de la calidad de dichas actividades, que será objeto de la vigilancia especificada en el apartado 6.

Si el contratista principal tiene la responsabilidad del proyecto de subsistema completo (incluida, en particular, la responsabilidad de la integración del subsistema), deberá utilizar en todos los casos un sistema aprobado de gestión de la calidad de la fabricación y la inspección y el ensayo final del producto, que será objeto de la vigilancia especificada en el apartado 6.

#### 4. Procedimiento «CE» de verificación

- 4.1 La entidad contratante deberá presentar a un organismo notificado de su elección una solicitud de verificación «CE» del subsistema (mediante un sistema de gestión de la calidad de la producción), incluida la coordinación de la vigilancia de los sistemas de gestión de la calidad, tal como se indica en los apartados 5.3 y 6.5. La entidad contratante deberá comunicar su elección e informar de la solicitud a los fabricantes implicados.

- 4.2 La solicitud deberá permitir la comprensión del diseño, la fabricación, el montaje, la instalación, el mantenimiento y el funcionamiento del subsistema, así como la evaluación de su conformidad con el tipo descrito en el certificado del examen de tipo y con los requisitos de la ETI.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y dirección de la entidad contratante o de su mandatario, y
- la documentación técnica relativa al tipo aprobado, incluido el certificado del examen de tipo emitido al término del procedimiento definido en el módulo SB,

y, si no se incluye en dicha documentación,

- una descripción general del subsistema, de su diseño de conjunto y de su construcción;
- las especificaciones técnicas que se hayan aplicado, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>,
- las pruebas que puedan ser necesarias para demostrar la aplicación de las especificaciones mencionadas, sobre todo en caso de no haber aplicado plenamente las especificaciones europeas y las cláusulas pertinentes. Esta prueba deberá incluir los resultados de los ensayos efectuados por el laboratorio del fabricante o en su nombre.
- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI;
- la documentación técnica relativa a la fabricación y el montaje del subsistema;
- pruebas de conformidad con otras reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados) para la fase de producción;
- la lista de los componentes de interoperabilidad que vayan a incorporarse al subsistema;
- copias de las declaraciones «CE» de conformidad o de idoneidad para el uso que deben acompañar a los componentes de interoperabilidad, y todos los elementos necesarios definidos en el anexo VI de las Directivas;
- la lista de fabricantes que han intervenido en el diseño, la fabricación, el montaje y la instalación del subsistema;
- la demostración de que todas las etapas definidas en el apartado 5.2 están cubiertas por los sistemas de gestión de la calidad de la entidad contratante, en su caso, o de los contratistas principales, y la prueba de su eficacia;
- la indicación del organismo notificado encargado de la aprobación y la vigilancia de estos sistemas de gestión de la calidad.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

- 4.3 El organismo notificado examinará primero la solicitud en relación con la validez del examen de tipo y el certificado del examen de tipo.

Si el organismo notificado considera que el certificado de examen de tipo ya no es válido o no es adecuado, y que hace falta un nuevo examen de tipo, justificará su decisión.

5. Sistema de gestión de la calidad

- 5.1 La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales que se hubieran empleado, deberán presentar una solicitud de evaluación de sus sistemas de gestión de la calidad a un organismo notificado de su elección.

Dicha solicitud comprenderá:

- toda la información pertinente para el subsistema de que se trate;
- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;
- la documentación técnica del tipo aprobado y una copia del certificado del examen de tipo, emitido al término del procedimiento de examen de tipo previsto para el módulo SB.

Quienes intervengan únicamente en una parte del proyecto del subsistema, sólo deberán facilitar información sobre esa parte en concreto.

- 5.2 Por lo que respecta a la entidad contratante o el contratista principal responsable del proyecto del subsistema completo, los sistemas de gestión de la calidad garantizarán que el subsistema se ajusta plenamente al tipo descrito en el certificado de examen de tipo y a los requisitos de la ETI. Por lo que respecta a los demás contratistas, sus sistemas de gestión de la calidad deberán garantizar que su contribución al subsistema se ajusta al tipo descrito en el certificado del examen de tipo y a los requisitos de la ETI.

Todos los elementos, requisitos y disposiciones adoptados por los solicitantes deberán reunirse de forma sistemática y ordenada en una documentación compuesta por políticas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación relativa al sistema de gestión de la calidad deberá permitir una interpretación uniforme de las políticas y los procedimientos de calidad, como programas, planes, manuales y expedientes de calidad.

En dicha documentación se describirán de forma suficiente los puntos siguientes para todos los solicitantes, en particular:

- los objetivos de calidad y la estructura de la organización;
- las correspondientes técnicas, procesos y acciones sistemáticas que se utilizarán para la fabricación, el control de la calidad y la gestión de la calidad;
- los exámenes, controles y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación, el montaje y la instalación, con indicación de su frecuencia de ejecución;
- los expedientes de calidad, tales como informes de inspección y datos de ensayos, datos de calibrado, informes sobre la cualificación del personal, etc.

Y además, por lo que respecta a la entidad contratante o al contratista principal responsable del proyecto de subsistema completo:

- las responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la calidad global del subsistema, en particular en lo que se refiere a la gestión de la integración del subsistema.

Los exámenes, ensayos y controles abarcarán todas las etapas siguientes:

- la construcción del subsistema, en particular las actividades de ingeniería civil, el montaje de los componentes y la puesta a punto final;
- los ensayos finales del subsistema;
- y, si se especifica en la ETI, la validación en plenas condiciones de funcionamiento.

- 5.3 El organismo notificado elegido por la entidad contratante examinará si todas las etapas del subsistema mencionadas en el punto 5.2 están suficiente y adecuadamente cubiertas por la aprobación y la vigilancia del sistema o sistemas de gestión de la calidad del solicitante o solicitantes <sup>(1)</sup>.

Si la conformidad del subsistema con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI se basa en más de un sistema de gestión de la calidad, el organismo notificado comprobará, en particular:

- si las relaciones y las interfaces entre los sistemas de gestión de la calidad están claramente documentadas,
- y si, a nivel de contratista principal, las responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la conformidad global del subsistema están suficiente y adecuadamente definidas.

- 5.4 El organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 evaluará el sistema de gestión de la calidad para determinar si satisface las exigencias contempladas en el apartado 5.2. Se da por supuesto que se cumplen estas exigencias si el solicitante establece un sistema de calidad de la producción, la inspección y el ensayo final del producto conforme con la norma EN/ISO 9001-2000 que tenga en cuenta la especificidad del subsistema para el cual se ha establecido.

Si un solicitante utiliza un sistema certificado de gestión de la calidad, el organismo notificado lo tendrá en cuenta en su evaluación.

La auditoría deberá ser específica del subsistema de que se trate, teniendo en cuenta al mismo tiempo la contribución específica del solicitante al subsistema. El equipo de auditores incluirá al menos un miembro experimentado en evaluación de la tecnología del subsistema. El procedimiento de evaluación comprenderá una visita de evaluación a las dependencias del solicitante.

La decisión se notificará al solicitante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

- 5.5 La entidad contratante, en su caso, así como los contratistas principales, se comprometerán a cumplir las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad, tal como haya sido aprobado, y a mantenerlo de modo que siga siendo adecuado y eficaz.

Deberán mantener informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de gestión de la calidad acerca de cualquier cambio significativo que afecte al cumplimiento de los requisitos de la ETI por el subsistema.

El organismo notificado evaluará los cambios propuestos y decidirá si el sistema de gestión de la calidad así modificado sigue respondiendo a las exigencias contempladas en el apartado 5.2 o si debe procederse a una nueva evaluación.

Notificará su decisión al solicitante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

6. Vigilancia del sistema de gestión de la calidad bajo la responsabilidad del organismo notificado

- 6.1 El objetivo de la vigilancia es garantizar que la entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales cumplan debidamente las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad aprobado.

- 6.2 La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales deberán enviar (o hacer que se envíen) al organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 todos los documentos necesarios a este fin, incluidos los planes de puesta en práctica y los expedientes técnicos relativos al subsistema (en la medida en que sean pertinentes para la contribución específica de los solicitantes al subsistema), en particular:

- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad, incluidos los medios concretos empleados para asegurar que:
- por lo que respecta a la entidad contratante o al contratista principal responsable del proyecto de subsistema completo,

las facultades y responsabilidades globales de que goza la dirección para garantizar la conformidad global del subsistema estén suficiente y adecuadamente definidas;

- por lo que respecta a cada solicitante,

el sistema de gestión de la calidad se gestione correctamente para conseguir la integración a nivel del subsistema;

<sup>(1)</sup> En relación con la ETI «Material rodante», el organismo notificado podrá participar en el ensayo definitivo de las locomotoras o composiciones que debe efectuarse en servicio, en las condiciones especificadas en el capítulo correspondiente de la ETI.

- los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad de la fabricación (incluido el montaje y la instalación), como informes de inspección y datos de ensayo, datos de calibración, informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.

- 6.3 El organismo notificado efectuará periódicamente auditorías con el fin de asegurarse de que la entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales mantengan y apliquen el sistema de gestión de la calidad, y deberá remitirles un informe de auditoría. Si utilizan un sistema certificado de gestión de la calidad, el organismo notificado lo tendrá en cuenta en la vigilancia.

Las auditorías se realizarán al menos una vez al año, y como mínimo en una ocasión durante la ejecución de las actividades (fabricación, montaje o instalación) relativas al subsistema objeto del procedimiento de verificación «CE» contemplado en el apartado 8.

- 6.4 Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas imprevistas a las dependencias correspondientes del solicitante o solicitantes. Con ocasión de estas visitas, el organismo notificado podrá efectuar auditorías completas o parciales y podrá efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad donde lo juzgue necesario. Deberá facilitar al solicitante un informe de inspección y además, informes de ensayos o de auditoría, según proceda.
- 6.5 El organismo notificado elegido por la entidad contratante y responsable de la verificación «CE», si no lleva a cabo la vigilancia de todos los sistemas de gestión de la calidad que se vean afectados, deberá coordinar las actividades de vigilancia de cualquier otro organismo notificado encargado de esa tarea, a fin de:

- asegurarse de que la gestión de las interfaces entre los distintos sistemas de gestión de la calidad relativos a la integración de subsistemas se haya realizado correctamente;
- recopilar, en colaboración con la entidad contratante, los elementos necesarios para que la evaluación garantice la coherencia y la supervisión general de los distintos sistemas de gestión de la calidad.

Esta coordinación incluye los derechos del organismo notificado a:

- recibir toda la documentación (aprobación y vigilancia) expedida por los demás organismos notificados;
  - asistir a las auditorías de vigilancia previstas en el apartado 6.3;
  - llevar a cabo auditorías adicionales, de conformidad con el apartado 6.4, bajo su responsabilidad y conjuntamente con los demás organismos notificados.
7. El organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 dispondrá de un derecho de acceso permanente, con fines de inspección, auditoría y vigilancia, a las zonas de construcción, talleres de fabricación, lugares de montaje e instalaciones, zonas de almacenamiento y, en su caso, instalaciones de prefabricación o de ensayo y, de un modo más general, a todos los lugares que estime necesarios para su misión, habida cuenta de la contribución específica del solicitante al proyecto de subsistema.
8. La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales mantendrán a disposición de las autoridades nacionales durante un período de 10 años a partir de la fecha de fabricación del último subsistema:
- la documentación contemplada en el segundo guión del segundo párrafo del apartado 5.1;
  - las adaptaciones contempladas en el párrafo segundo del apartado 5.5;
  - las decisiones e informes emitidos por el organismo notificado contemplados en los apartados 5.4, 5.5 y 6.4.
9. En los casos en que el subsistema satisface los requisitos de la ETI, el organismo notificado, sobre la base del examen de tipo y de la aprobación y la vigilancia del sistema de gestión de la calidad, expedirá el certificado de conformidad destinado a la entidad contratante, que a su vez expedirá la declaración «CE» de verificación destinada a la autoridad tutelar del Estado miembro en el que esté situado o funcione el subsistema.

La declaración «CE» de verificación y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados. La declaración deberá estar redactada en la misma lengua que el expediente técnico y comprenderá por lo menos la información indicada en el anexo V de la Directiva.

10. El organismo notificado elegido por la entidad contratante se encargará de recopilar el expediente técnico que deberá acompañar la declaración «CE» de verificación. El expediente técnico incluirá, como mínimo, la información indicada en el apartado 3 del artículo 18 de la Directiva y, en particular, lo siguiente:
- todos los documentos necesarios relativos a las características del subsistema;
  - la lista de los componentes de interoperabilidad incorporados al subsistema;
  - las copias de las declaraciones «CE» de conformidad y, en su caso, de las declaraciones «CE» de idoneidad para el uso que deben poseer dichos componentes en virtud del artículo 13 de la Directiva, acompañadas si procede de los documentos correspondientes (certificados, documentos de aprobación y vigilancia del sistema de gestión de la calidad) expedidos por los organismos notificados;
  - todos los elementos relativos al mantenimiento, condiciones y límites de utilización del subsistema;
  - todos los elementos relativos a las instrucciones de mantenimiento, vigilancia continua o periódica, reglaje y conservación;
  - el certificado de examen de tipo referente al subsistema y la documentación técnica correspondiente, definida en el módulo SB;
  - acreditación de la conformidad con las demás reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados);
  - el certificado de conformidad del organismo notificado mencionado en el apartado 9, acompañado de las notas de cálculo o verificación correspondientes y visado por éste, indicando que el proyecto es conforme a la Directiva y a la ETI, y precisando, si procede, las reservas formuladas durante la ejecución de las actividades y que no hayan sido retiradas. El certificado también deberá ir acompañado de los informes de inspección y auditoría expedidos en relación con la verificación, mencionados en los apartados 6.3. y 6.4 y, en particular:
  - el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI.
11. Los organismos notificados deberán asimismo comunicar a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de gestión de la calidad que hayan expedido, retirado o denegado.
- Los demás organismos notificados recibirán, previa petición, copias de las aprobaciones del sistema de gestión de la calidad que se hayan emitido.
12. Los expedientes que acompañen al certificado de conformidad deberán presentarse a la entidad contratante.
- La entidad contratante o su mandatario establecido en la Comunidad conservará una copia del expediente técnico durante toda la vida útil del subsistema y durante un periodo adicional de tres años. El expediente será remitido a los demás Estados miembros que así lo soliciten.
- Cotejar con el requisito del anexo VI de la Directiva (la propuesta modifica la Directiva).

### F.3.3 Módulo SF: Verificación del producto

1. En este módulo se describe el procedimiento «CE» de verificación mediante el cual un organismo notificado verifica y certifica, por solicitud de una entidad contratante o de su mandatario establecido en la Comunidad, que un subsistema para el que un organismo notificado ya haya emitido un certificado de examen de tipo,
- se ajusta a lo dispuesto en la presente ETI y en cualquier otra ETI aplicable, que acreditan el cumplimiento de los requisitos esenciales <sup>(1)</sup> de la Directiva 2001/16/CE,
  - cumple las demás disposiciones reglamentarias derivadas del Tratado
- y se puede poner en servicio.

<sup>(1)</sup> Los requisitos esenciales se reflejan en los parámetros técnicos, interfaces y requisitos de rendimiento que se establecen en el capítulo 4 de la ETI.

2. La entidad contratante <sup>(1)</sup> deberá presentar una solicitud «CE» de verificación (a través de la verificación de los productos) del subsistema ante el organismo notificado que ella misma elija.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y dirección de la entidad contratante o de su mandatario, y
- la documentación técnica.

3. En esa parte del procedimiento, la entidad contratante verifica y declara que el subsistema en cuestión se ajusta al tipo descrito en el certificado de examen de tipo y satisface los requisitos de la ETI que le son aplicables.

El organismo notificado ejecutará el procedimiento a condición de que el certificado de examen de tipo expedido antes de la evaluación siga siendo válido para el subsistema objeto de la solicitud.

4. La entidad contratante tomará todas las medidas necesarias para que el procedimiento de fabricación (incluidos el montaje y la integración de los componentes de interoperabilidad por los contratistas principales <sup>(2)</sup>), cuando se utilicen) garantice la conformidad del subsistema con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI que le son aplicables.

5. La solicitud deberá permitir la comprensión del diseño, la fabricación, la instalación, el mantenimiento y el funcionamiento del subsistema, así como la evaluación de su conformidad con el tipo descrito en el certificado del examen de tipo y con los requisitos de la ETI.

Dicha solicitud comprenderá:

- la documentación técnica relativa al tipo aprobado, incluido el certificado del examen de tipo emitido al término del procedimiento definido en el módulo SB,

y, si no se incluye en dicha documentación,

- una descripción general del subsistema, de su diseño de conjunto y de su construcción;
- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI;
- información sobre el diseño y la fabricación, como planos, esquemas de componentes, subconjuntos, conjuntos, circuitos, etc.;
- la documentación técnica relativa a la fabricación y el montaje del subsistema;
- las especificaciones técnicas que se hayan aplicado, incluidas las especificaciones europeas <sup>(3)</sup>,
- las pruebas que puedan ser necesarias para demostrar la aplicación de las especificaciones mencionadas, sobre todo en caso de no haber aplicado plenamente las especificaciones europeas y las cláusulas pertinentes;
- pruebas de conformidad con otras reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados) para la fase de producción;
- la lista de los componentes de interoperabilidad que vayan a incorporarse al subsistema;
- copias de las declaraciones «CE» de conformidad o de idoneidad para el uso que deben acompañar a los mencionados componentes de interoperabilidad, y todos los elementos necesarios definidos en el anexo VI de las Directivas;
- la lista de fabricantes que han intervenido en el diseño, la fabricación, el montaje y la instalación del subsistema.

Si la ETI exige que la documentación técnica incluya información complementaria, ésta deberá incluirse.

<sup>(1)</sup> En este módulo, «entidad contratante» significa «la entidad contratante del subsistema, definida en la Directiva, o su mandatario establecido en la Comunidad».

<sup>(2)</sup> Los «contratistas principales» son las empresas cuyas actividades contribuyen al cumplimiento de los requisitos esenciales de la ETI. Este término se refiere a la empresa que puede ser responsable del proyecto de subsistema completo u otras empresas que sólo intervengan en una parte del proyecto de subsistema (por ejemplo, que se encarguen del montaje o instalación del subsistema).

<sup>(3)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

6. El organismo notificado examinará primero la solicitud en relación con la validez del examen de tipo y el certificado del examen de tipo.

Si el organismo notificado considera que el certificado de examen de tipo ya no es válido o no es adecuado y que hace falta un nuevo examen de tipo, justificará su decisión.

El organismo notificado efectuará los exámenes y ensayos pertinentes a fin de verificar la conformidad del subsistema con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI. El organismo notificado examinará y someterá a ensayo cada subsistema fabricado como producto en serie, según lo especificado en el punto 4.

7. Verificación mediante examen y ensayo de cada subsistema (como producto en serie).
- 7.1. El organismo notificado efectuará los ensayos, exámenes y verificaciones necesarios para asegurar la conformidad de los subsistemas, fabricados como productos en serie, con arreglo a la ETI. Los exámenes, ensayos y controles abarcarán las fases previstas en la ETI.
- 7.2. Cada subsistema (como producto fabricado en serie) será examinado, sometido a ensayo y verificado <sup>(1)</sup> individualmente con el fin de verificar su conformidad con el tipo descrito en el certificado de examen de tipo y con los requisitos de la ETI que le son aplicables. Cuando un ensayo no esté recogido en la ETI (o en una norma europea citada en la ETI), se aplicarán las especificaciones europeas o ensayos equivalentes.
8. El organismo notificado podrá ponerse de acuerdo con la entidad contratante (y los contratistas principales) para determinar dónde se realizarán los ensayos y convenir que los ensayos finales del subsistema y, si lo prevé la ETI, los ensayos o validaciones en plenas condiciones de funcionamiento sean efectuados por la entidad contratante bajo la vigilancia directa y en presencia del organismo notificado.

El organismo notificado tendrá derecho de acceso, con fines de ensayo y de verificación, a las zonas de construcción, talleres de fabricación, lugares de montaje e instalaciones y, en su caso, a las instalaciones de prefabricación y de ensayo, para el desempeño de su misión de conformidad con la ETI.

9. Si el subsistema cumple los requisitos de la ETI, el organismo notificado expedirá el certificado de conformidad destinado a la entidad contratante, que a su vez expedirá la declaración «CE» de verificación destinada a la autoridad supervisora del Estado miembro donde esté situado o funcione el subsistema.

Estas actividades del organismo notificado se basarán en el examen de tipo y en los ensayos, verificaciones y controles realizados con todos los productos fabricados en serie, tal como se indica en el apartado 7 y se establece en la ETI o en las especificaciones europeas pertinentes.

La declaración «CE» de verificación y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados. La declaración deberá estar redactada en la misma lengua que el expediente técnico y comprenderá por lo menos la información indicada en el anexo V de la Directiva.

10. El organismo notificado será responsable de la constitución del expediente técnico que debe acompañar la declaración «CE» de verificación. El expediente técnico incluirá por lo menos la información mencionada en el artículo 18, apartado 3, de las Directivas, y en particular:

- todos los documentos necesarios relativos a las características del subsistema;
- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI;
- la lista de los componentes de interoperabilidad incorporados al subsistema;
- las copias de las declaraciones «CE» de conformidad y, en su caso, de las declaraciones «CE» de idoneidad para el uso que deben poseer dichos componentes en virtud del artículo 13 de la Directiva, acompañadas si procede de los documentos correspondientes (certificados, documentos de aprobación y vigilancia del sistema de gestión de la calidad) expedidos por los organismos notificados;
- todos los elementos relativos al mantenimiento, condiciones y límites de utilización del subsistema;

<sup>(1)</sup> En particular, en relación con la ETI «Material rodante», el organismo notificado participará en el ensayo final en servicio del material rodante o composición. Esto se indicará en el capítulo correspondiente de la ETI.

- todos los elementos relativos a las instrucciones de mantenimiento, vigilancia continua o periódica, reglaje y conservación;
- el certificado de examen de tipo referente al subsistema y la documentación técnica correspondiente, definida en el módulo SB;
- el certificado de conformidad del organismo notificado mencionado en el apartado 9, acompañado de las notas de cálculo correspondientes y visado por éste, indicando que el proyecto es conforme a la Directiva y a la ETI, y precisando, si procede, las reservas formuladas durante la ejecución de las actividades y que no hayan sido retiradas. El certificado también deberá ir acompañado, si procede, de los informes de inspección y auditoría elaborados en relación con la verificación.

11. Los expedientes que acompañen al certificado de conformidad deberán presentarse a la entidad contratante.

La entidad contratante conservará una copia del expediente técnico durante toda la vida útil del subsistema y durante un periodo adicional de tres años. El expediente será remitido a los demás Estados miembros que así lo soliciten.

#### F.3.4 Módulo SH2: Sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño

1. En este módulo se describe el procedimiento de verificación «CE» mediante el cual un organismo notificado verifica y certifica, por solicitud de una entidad contratante o de su mandatario establecido en la Comunidad, que un subsistema
  - se ajusta a lo dispuesto en la presente ETI y en cualquier otra ETI aplicable, que acreditan el cumplimiento de los requisitos esenciales <sup>(1)</sup> de la Directiva 2001/16/CE,
  - cumple las demás disposiciones reglamentarias derivadas del Tratado.

y puede entrar en servicio.

2. El organismo notificado ejecutará el procedimiento, incluido un examen de diseño del subsistema, a condición de que la entidad contratante <sup>(2)</sup> y los contratistas principales cumplan las obligaciones especificadas en el apartado 3.

Los «contratistas principales» son las empresas cuyas actividades contribuyen al cumplimiento de los requisitos esenciales de la ETI. Se trata, concretamente, de:

- la empresa responsable del proyecto de subsistema en su conjunto (en particular, de la integración del subsistema);
- otras empresas que intervengan únicamente en una parte del proyecto de subsistema (por ejemplo, que se ocupen de su diseño, montaje o instalación).

Este término no hace referencia a los subcontratistas del fabricante que suministren componentes de interoperabilidad o de otro tipo.

3. Para el subsistema que sea objeto del procedimiento de verificación «CE», la entidad contratante, o los contratistas principales, en su caso, utilizarán un sistema aprobado de gestión de la calidad del diseño, la fabricación y la inspección y el ensayo final del producto, tal como se especifica en el apartado 5, y que será objeto de la vigilancia especificada en el apartado 6.

El contratista principal responsable del proyecto del conjunto del subsistema (y en particular, de la integración del subsistema) deberá aplicar, en todos los casos, un sistema aprobado de gestión de la calidad del diseño, la fabricación y la inspección y el ensayo final del producto, sistema que se someterá a la vigilancia prevista en el apartado 6.

Si es la propia entidad contratante la responsable del conjunto del proyecto de subsistema (y en particular, de la integración del subsistema), o si participa directamente en su diseño o producción (incluidas las tareas de montaje e instalación), deberá aplicar un sistema aprobado de gestión de la calidad para tales actividades, que se someterá a la vigilancia prevista en el apartado 6.

Los solicitantes que participen únicamente en el montaje y la instalación sólo podrán utilizar un sistema aprobado de gestión de la calidad que abarque la fabricación y la inspección y el ensayo final del producto.

<sup>(1)</sup> Los requisitos esenciales se reflejan en los parámetros técnicos, interfaces y requisitos de rendimiento que se establecen en el capítulo 4 de la ETI.

<sup>(2)</sup> En este módulo, «entidad contratante» significa «la entidad contratante del subsistema, definida en la Directiva, o su mandatario establecido en la Comunidad».

4. Procedimiento de verificación «CE»
- 4.1 La entidad contratante deberá presentar a un organismo notificado de su elección una solicitud de verificación «CE» del subsistema (mediante un sistema de gestión de la calidad total con examen del diseño), que incluya la coordinación de la vigilancia de los sistemas de gestión de la calidad conforme a lo dispuesto en los apartados 5.4 y 6.6. La entidad contratante deberá comunicar su elección e informar de la solicitud a los fabricantes implicados.
- 4.2 La solicitud deberá permitir comprender el diseño, la fabricación, el montaje, la instalación, el mantenimiento y el funcionamiento del subsistema y evaluar su conformidad con los requisitos de la ETI.

Dicha solicitud comprenderá:

- el nombre y dirección de la entidad contratante o de su mandatario;
- la documentación técnica, inclusive:
  - una descripción general del subsistema, de su diseño de conjunto y de su construcción;
- las especificaciones técnicas de diseño aplicadas, incluidas las especificaciones europeas <sup>(1)</sup>;
- cualquier documento necesario para justificar el uso de las especificaciones mencionadas, en particular cuando no se hayan aplicado plenamente estas especificaciones europeas y las cláusulas relevantes;
- el programa de ensayos;
- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI;
- la documentación técnica relativa a la fabricación y el montaje del subsistema;
  - la lista de los componentes de interoperabilidad que vayan a incorporarse al subsistema;
  - copias de las declaraciones «CE» de conformidad o de idoneidad para el uso que deben acompañar a los componentes de interoperabilidad, y todos los elementos necesarios definidos en el anexo VI de las Directivas;
  - pruebas de conformidad con las demás reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados);
  - la lista de todos los fabricantes que intervengan en el diseño, la fabricación, el montaje y la instalación del subsistema;
  - las condiciones de utilización del subsistema (restricciones de tiempo o distancia de funcionamiento, límites de desgaste, etc.);
  - condiciones de mantenimiento y documentación técnica relativa al mantenimiento del subsistema;
  - todo requisito técnico que deba tenerse en cuenta durante la producción, el mantenimiento o el funcionamiento del subsistema;
- la explicación del modo en que todas las etapas definidas en el apartado 5.2 están cubiertas por los sistemas de gestión de la calidad del contratista principal o de la entidad contratante, en su caso, y la prueba de su efectividad;
- la indicación del organismo u organismos notificados encargados de la aprobación y la vigilancia de estos sistemas de gestión de la calidad.

<sup>(1)</sup> La definición de «especificación europea» se encuentra en las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. La guía de aplicación de las ETI de alta velocidad explica cómo utilizar las especificaciones europeas.

4.3 La entidad contratante presentará los resultados de los exámenes, comprobaciones y ensayos <sup>(1)</sup>, incluidos los ensayos de tipo cuando resulten necesarios, efectuados en su laboratorio o por cuenta suya.

4.4 El organismo notificado examinará la solicitud en relación con el examen de diseño y evaluará los resultados de los ensayos. Si el diseño cumple las disposiciones de la Directiva y de la ETI que le sean aplicables, el organismo notificado deberá remitir un certificado de examen del diseño al solicitante. El certificado contendrá las conclusiones del control del diseño, sus condiciones de validez, las indicaciones necesarias para la identificación del diseño examinado y, en su caso, una descripción del funcionamiento del subsistema.

Si se deniega la expedición del certificado de examen del diseño a la entidad contratante, el organismo notificado detallará los motivos de su negativa.

Deberá existir un procedimiento de recurso.

4.5 Durante la fase de producción, el solicitante comunicará al organismo notificado que conserve la documentación técnica relativa al certificado de examen del diseño todas las modificaciones que puedan afectar a la conformidad con los requisitos de la ETI o a las condiciones de utilización previstas del subsistema. En estos casos, el subsistema deberá recibir una nueva aprobación. En este caso, el organismo notificado efectuará solamente los exámenes y ensayos que sean pertinentes y necesarios en relación con las modificaciones. Esta nueva aprobación se expedirá en forma de un complemento del certificado original de examen del diseño, o bien se expedirá un nuevo certificado previa retirada del antiguo.

5. Sistema de gestión de la calidad

5.1 La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales que se hayan empleado deberán presentar una solicitud de evaluación de sus sistemas de gestión de la calidad a un organismo notificado de su elección.

Dicha solicitud comprenderá:

- toda la información pertinente para el subsistema de que se trate,
- la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad;

Quienes intervengan únicamente en una parte del proyecto del subsistema, sólo deberán facilitar información sobre esa parte en concreto.

5.2 Por lo que respecta a la entidad contratante o al contratista principal responsable del conjunto del proyecto de subsistema, el sistema de gestión de la calidad deberá garantizar que el subsistema cumpla todos los requisitos de la ETI.

En el caso de los demás contratistas, el sistema o sistemas de gestión de la calidad deberán garantizar que su contribución al subsistema es conforme a los requisitos de la ETI.

Todos los elementos, exigencias y disposiciones adoptados por los solicitantes deberán reunirse de forma sistemática y ordenada en una documentación compuesta por políticas, procedimientos e instrucciones escritas. Esta documentación relativa al sistema de gestión de la calidad deberá permitir una interpretación uniforme de las políticas y los procedimientos de calidad, como programas, planes, manuales y expedientes de calidad.

El sistema debe contener en particular una descripción suficiente de los aspectos siguientes:

- por lo que respecta a todos los solicitantes:
  - los objetivos de calidad y la estructura de la organización;
  - las correspondientes técnicas, procesos y acciones sistemáticas que se utilizarán para la fabricación, el control de la calidad y la gestión de la calidad;
  - los exámenes, controles y ensayos que se efectuarán antes, durante y después del diseño, la fabricación, el montaje y la instalación, con indicación de su frecuencia de ejecución;
  - expedientes de calidad, como los informes de inspección y datos de los ensayos, los datos de calibrado, los informes sobre la cualificación del personal, etc.;

(1) Los resultados de los ensayos podrán presentarse junto con la solicitud o posteriormente.

- por lo que respecta a los contratistas, en la medida en que afecte a su contribución al diseño del subsistema:
  - las especificaciones técnicas de diseño, incluidas las especificaciones europeas que se aplicarán y, en caso de que no se apliquen íntegramente las especificaciones europeas, los medios que se utilizarán para asegurar que se respeten los requisitos de la ETI aplicables al subsistema;
  - las técnicas, procesos y acciones sistemáticas de control y verificación del diseño que se utilizarán para el diseño del subsistema;
  - los medios para verificar si se ha alcanzado el nivel de calidad requerido del diseño y del subsistema, así como el buen funcionamiento de los sistemas de gestión de la calidad en todas las fases, incluida la producción;
- Y además, por lo que respecta a la entidad contratante o al contratista principal responsable del proyecto de subsistema completo:
  - las responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la calidad global del subsistema, en particular en lo que se refiere a la gestión de la integración del subsistema.

Los exámenes, ensayos y controles abarcarán todas las etapas siguientes:

- el diseño de conjunto;
- la construcción del subsistema, en particular las actividades de ingeniería civil, el montaje de los componentes y la puesta a punto final;
- los ensayos finales del subsistema;
- y, cuando se especifique en la ETI, la validación en plenas condiciones de funcionamiento.

- 5.3 El organismo notificado elegido por la entidad contratante examinará además si todas las etapas del subsistema mencionadas en el punto 5.2 están suficiente y adecuadamente cubiertas por la aprobación y la vigilancia del sistema o sistemas de gestión de la calidad del solicitante o solicitantes <sup>(1)</sup>.

Si la conformidad del subsistema con los requisitos de la ETI se basa en más de un sistema de gestión de la calidad, el organismo notificado comprobará, en particular:

- si las relaciones y las interfaces entre los sistemas de gestión de la calidad están claramente documentadas, y si, a nivel de contratista principal, las responsabilidades y facultades de que dispone la dirección para garantizar la conformidad global del subsistema están suficiente y adecuadamente definidas.

- 5.4 El organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 evaluará el sistema de gestión de la calidad para determinar si satisface las exigencias del apartado 5.2. Dará por supuesto que se cumplen estas exigencias si el solicitante establece un sistema de calidad de la producción, la inspección y el ensayo del producto final conforme con la norma EN/ISO 9001-2000 que tenga en cuenta la especificidad del subsistema para el cual se ha establecido.

Si un solicitante utiliza un sistema certificado de gestión de la calidad, el organismo notificado lo tendrá en cuenta en su evaluación.

La auditoría deberá ser específica del subsistema de que se trate, teniendo en cuenta la contribución específica del solicitante al subsistema. El equipo de auditores incluirá al menos un miembro experimentado en evaluación de la tecnología del subsistema. El procedimiento de evaluación comprenderá una visita de evaluación a las dependencias del solicitante.

La decisión se notificará al solicitante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

- 5.5. La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales se comprometerán a cumplir las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad, tal como haya sido aprobado, y a mantenerlo de modo que siga siendo adecuado y eficaz.

<sup>(1)</sup> En particular, en relación con la ETI «Material rodante», el organismo notificado participará en el ensayo final en servicio del material rodante o composición. Esto se indicará en el capítulo correspondiente de la ETI.

Deberán mantener informado al organismo notificado que haya aprobado su sistema de gestión de la calidad con respecto a cualquier cambio significativo que afecte al cumplimiento de los requisitos por el subsistema.

El organismo notificado evaluará los cambios propuestos y decidirá si el sistema de gestión de la calidad así modificado sigue respondiendo a las exigencias del apartado 5.2 o si debe procederse a una nueva evaluación.

Notificará su decisión al solicitante. La notificación contendrá las conclusiones del examen y la decisión de evaluación motivada.

6. Vigilancia del sistema, o los sistemas, de gestión de la calidad bajo la responsabilidad del organismo notificado

6.1 El objetivo de la vigilancia es garantizar que la entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales cumplen debidamente las obligaciones derivadas del sistema de gestión de la calidad aprobado.

6.2 La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales deberán enviar (o hacer que se envíen) al organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 todos los documentos necesarios a este fin, incluidos los planes de puesta en práctica y los expedientes técnicos relativos al subsistema (en la medida en que sean pertinentes para la contribución específica del solicitante al subsistema), en particular:

— la documentación relativa al sistema de gestión de la calidad, incluidos los medios concretos empleados para asegurarse de que:

— por lo que respecta a la entidad contratante o al contratista principal responsable del proyecto de subsistema completo,

las facultades y responsabilidades globales de que goza la dirección para garantizar la conformidad del subsistema en su conjunto estén suficientes y adecuadamente definidas;

— por lo que respecta a cada solicitante,

el sistema de gestión de la calidad se gestione correctamente para conseguir la integración a nivel del subsistema;

— los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad del diseño, como los resultados de análisis, cálculos, ensayos, etc.;

— los expedientes de calidad previstos en la parte del sistema de gestión de la calidad de la fabricación (incluido el montaje y la instalación), como informes de inspección y datos de ensayo, datos de calibración, informes sobre la competencia del personal afectado, etc.

6.3 El organismo notificado efectuará periódicamente auditorías con el fin de asegurarse de que la entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales mantengan y apliquen el sistema de gestión de la calidad, y deberá remitirles un informe de auditoría. Si utilizan un sistema certificado de gestión de la calidad, el organismo notificado lo tendrá en cuenta en la vigilancia.

Las auditorías se realizarán al menos una vez al año, y como mínimo una de ellas tendrá lugar durante la ejecución de las actividades (diseño, fabricación, montaje o instalación) relativas al subsistema objeto del procedimiento de verificación «CE» mencionado en el punto 4.

6.4 Además, el organismo u organismos notificados podrán efectuar visitas imprevistas a los emplazamientos mencionados en el punto 5.2 del solicitante o solicitantes. Con ocasión de estas visitas, el organismo notificado podrá efectuar auditorías completas o parciales y podrá efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de gestión de la calidad donde lo juzgue necesario. Deberá facilitar al solicitante o solicitantes un informe de inspección e informes de ensayo o auditoría, según proceda.

6.5 El organismo notificado elegido por la entidad contratante y responsable de la verificación «CE», si no se encarga de la vigilancia de todos los sistemas de gestión de la calidad que se vean afectados, como se indica en el apartado 5, deberá coordinar las actividades de vigilancia de cualquier otro organismo notificado encargado de esa tarea, a fin de:

— cerciorarse de que se ha realizado una correcta gestión de las interfaces entre los diferentes sistemas de gestión de la calidad relacionados con la integración del subsistema,

- recopilar, en colaboración con la entidad contratante, los elementos necesarios para que la evaluación garantice la coherencia y la supervisión general de los distintos sistemas de gestión de la calidad.

Esta coordinación incluye el derecho, por parte del organismo notificado:

- a que se le envíe toda la documentación (aprobación y vigilancia) expedida por los demás organismos notificados;
  - a asistir a las auditorías de vigilancia previstas en el apartado 5.4;
  - a emprender auditorías complementarias de conformidad con el apartado 5.5, bajo su responsabilidad y junto con los demás organismos notificados.
7. El organismo notificado mencionado en el apartado 5.1 tendrá derecho de acceso, con fines de inspección, auditoría y vigilancia, a las zonas de diseño y construcción, talleres de fabricación, lugares de montaje e instalación, zonas de almacenamiento y, en su caso, a las instalaciones de prefabricación o de ensayo y, de un modo más general, a todos los lugares que estime necesarios para su misión, habida cuenta de la contribución específica del solicitante al proyecto de subsistema.
8. La entidad contratante, en su caso, y los contratistas principales mantendrán a disposición de las autoridades nacionales durante un período de 10 años a partir de la fecha de fabricación del último subsistema:
- la documentación contemplada en el segundo guión del segundo párrafo del apartado 5.1;
  - las adaptaciones contempladas en el párrafo segundo del apartado 5.5;
  - las decisiones e informes emitidos por el organismo notificado contemplados en los apartados 5.4, 5.5 y 6.4.
9. Si el subsistema satisface los requisitos de la ETI, el organismo notificado, sobre la base del examen del diseño y de la aprobación y la vigilancia del sistema de gestión de la calidad, expedirá el certificado de conformidad destinado a la entidad contratante, que a su vez expedirá la declaración «CE» de verificación destinada a la autoridad tutelar del Estado miembro en el que esté situado o funcione el subsistema.

La declaración «CE» de verificación y los documentos que la acompañen deberán ir fechados y firmados. La declaración deberá estar redactada en la misma lengua que el expediente técnico y comprenderá por lo menos la información indicada en el anexo V de la Directiva.

10. El organismo notificado elegido por la entidad contratante será responsable de la constitución del expediente técnico que deberá acompañar la declaración «CE» de verificación. El expediente técnico incluirá, como mínimo, la información indicada en el apartado 3 del artículo 18 de la Directiva y, en particular, lo siguiente:
- todos los documentos necesarios relativos a las características del subsistema;
  - la lista de los componentes de interoperabilidad incorporados al subsistema;
  - las copias de las declaraciones «CE» de conformidad y, en su caso, de las declaraciones «CE» de idoneidad para el uso que deben poseer dichos componentes en virtud del artículo 13 de la Directiva, acompañadas si procede de los documentos correspondientes (certificados, documentos de aprobación y vigilancia del sistema de gestión de la calidad) expedidos por los organismos notificados;
  - pruebas de conformidad con las demás reglamentaciones derivadas del Tratado (incluidos los certificados);
  - todos los elementos relativos al mantenimiento, condiciones y límites de utilización del subsistema;
  - todos los elementos relativos a las instrucciones de mantenimiento, vigilancia continua o periódica, reglaje y conservación;

- el certificado de conformidad del organismo notificado mencionado en el apartado 9, acompañado de las notas de cálculo o verificación correspondientes y visado por éste, indicando que el proyecto es conforme a la Directiva y a la ETI, y precisando, si procede, las reservas formuladas durante la ejecución de las actividades y que no hayan sido retiradas.

El certificado también deberá ir acompañado, si procede, de los informes de inspección y auditoría expedidos en relación con la verificación, mencionados en los apartados 6.4. y 6.5;

- el registro de material rodante, incluidas todas las informaciones especificadas en la ETI.

11. Cada organismo notificado deberá comunicar a los demás organismos notificados la información pertinente sobre las aprobaciones de sistemas de gestión de la calidad y los certificados «CE» de examen de diseño que haya expedido, retirado o denegado.

Los demás organismos notificados recibirán, previa solicitud, una copia

- de las aprobaciones de los sistemas de gestión de la calidad y de las aprobaciones complementarias expedidas, y
- los certificados «CE» de examen de diseño y los apéndices expedidos.

12. Los expedientes que acompañen al certificado de conformidad deberán presentarse a la entidad contratante.

La entidad contratante conservará una copia del expediente técnico durante toda la vida útil del subsistema y durante un periodo adicional de tres años. El expediente será remitido a los demás Estados miembros que así lo soliciten.

#### F.4 Evaluación de los medios de mantenimiento: procedimiento de evaluación de la conformidad

Esta cuestión permanece pendiente.

---

## ANEXO G

**Efectos de los vientos cruzados****G.1 Observaciones generales**

En este anexo se definen los criterios de evaluación de la estabilidad frente a los vientos cruzados de los trenes clase 1 conforme a la definición de la ETI.

El presente documento no se ocupa expresamente de los trenes pendulares. Sin embargo, los trenes pendulares que circulan en modo no pendular por vías convencionales con deficiencias de peralte pueden tratarse como trenes no pendulares. Los trenes pendulares que circulan con mecanismo pendular por vías convencionales con deficiencias de peralte se caracterizarán con la caja del vehículo en posición pendular.

**G.2 Introducción**

La idea general de esta metodología es que:

- la estabilidad de un tren frente a vientos cruzados puede evaluarse por medio de *curvas eólicas características*;
- las características de viento cruzado de una línea y su explotación pueden evaluarse contemplando el riesgo de viento cruzado que tendrá un determinado tren de referencia bien definido cuando preste servicio en esa línea.

Si el tren no cumple estos requisitos generales, se permite demostrar su seguridad frente a vientos cruzados en una línea determinada.

**G.3 Principios generales**

El episodio crítico considerado es el vuelco del tren. Los trenes interoperables incorporarán un nivel básico de seguridad contra este episodio crítico. La aportación del tren al nivel de seguridad se define por una serie de *curvas eólicas características de referencia (CECR)*. El tren podrá considerarse interoperable desde el punto de vista del viento cruzado si sus *curvas eólicas características (CEC)* son por lo menos tan buenas como las CECR.

Un tren determinado se define por su vehículo más crítico. Normalmente, es uno de los dos vehículos delanteros o traseros. Si se considera que otro vehículo del tren es más sensible al viento (por ejemplo, un vehículo muy alto o muy ligero), deberá tenerse en cuenta. La elección del vehículo más sensible deberá justificarse debidamente.

Para un determinado tren que circule a una gama de velocidades, las CEC definen la máxima velocidad natural del viento que el tren puede soportar antes de que se sobrepase un límite característico de descarga de las ruedas. El criterio que define la CEC es el valor medio de descarga de la rueda ( $\Delta Q$ ) del mecanismo de rodadura más crítico. El término «medio» significa que, en el caso de los bogies, la descarga de las ruedas se promedia en los dos ejes montados del bogie.

**G.4 Gama de valores de aplicación**

Para los trenes de alta velocidad no pendulares y pendulares en modo no pendular que circulan por vías con la deficiencia de peralte establecida en la ETI «Infraestructura de alta velocidad» de 2006, se tiene en cuenta el modo de explotación.

Se presupone que el tren circula en las condiciones de explotación y viento europeas.

**G.5 Evaluación de las curvas eólicas características****G.5.1 Determinación de las propiedades aerodinámicas****G.5.1.1 Observaciones generales**

Actualmente sólo los ensayos en el túnel de viento se consideran aptos para determinar las propiedades aerodinámicas del tren con suficiente fiabilidad.

Las propiedades aerodinámicas se determinarán tanto sobre suelo plano como en una configuración de terraplén consistente en un terraplén de referencia de 6 m.

Cuando se estudie un vehículo nuevo, el vehículo de referencia como el ICE3 o el TGV Duplex o los vehículos ETR500 delanteros y el segundo vehículo que corresponda habrán sido sometidos a un ensayo y medición por el mismo procedimiento en el mismo túnel eólico.

La definición del sistema de coordenadas aerodinámicas y de los coeficientes aerodinámicos será coherente con la norma EN 14067-1:2003.

#### G.5.1.2 Requisitos de ensayo en el túnel de viento

Las dimensiones del túnel de viento serán lo más grandes posible, a fin de evitar interferencia por efectos de límite (por ejemplo, debidos a las paredes, la capa límite del techo y el suelo) y efectos de bloqueo del túnel. En particular, cuando se estudien las fuerzas y momentos aerodinámicos en el terraplén, se tendrán en cuenta los efectos de bloqueo.

##### G.5.1.2.1 Dimensiones de la sección de pruebas

Con un ángulo de descentramiento de hasta 30°, el bloqueo no será superior al 10 %, aun cuando haya un terraplén.

En túneles de viento que tengan una sección de ensayo cerrada, se aconseja introducir correcciones para las relaciones de bloqueo superiores al 5 %.

En túneles de viento que tengan una sección de ensayo abierta total o parcialmente, la relación de bloqueo será menor del 5 % con un ángulo de descentramiento de 30° y no se aplicarán correcciones.

##### G.5.1.2.2 Nivel de turbulencia

El nivel de turbulencia atmosférica no se representará en los ensayos en el túnel de viento. Es necesario garantizar un nivel de turbulencia  $Tu_x \leq 2,5 \%$ , donde  $Tu_x = \left( \frac{u'^2}{\bar{u}^2} \right)^{0,5}$  y  $u$  indica el componente de velocidad en el sentido de la corriente.

##### G.5.1.2.3 Capa límite

El perfil de velocidad del túnel de viento será un perfil uniforme, es decir, un bloque. La velocidad de la corriente será independiente de la altura sobre el suelo, salvo por una fina capa límite en el suelo del túnel de viento. El espesor de la capa límite ( $\delta_{9,5\%}$ ) será pequeño en relación con la altura del vehículo.

##### G.5.1.2.4 Número Reynolds

El número de Reynolds basado en la velocidad del túnel de viento, la longitud característica de 3 m (dividida por la escala del modelo), deberá superar el valor crítico por encima del cual las fuerzas y los momentos no varían significativamente al aumentar el número de Reynolds. Esto se demostrará con los resultados del ensayo.

El número Mach no será superior a 0,3. Si el tren real alcanza números Mach superiores a 0,3, el número Mach no será superior al número Mach del tren real.

##### G.5.1.2.5 Instrumentación

Se determinará la densidad del aire en el túnel de viento, así como su temperatura, presión y humedad.

Para determinar las fuerzas y momentos aerodinámicos se utilizará una balanza dinamométrica de cinco componentes ( $C_{F_x}$  no es necesario). La sensibilidad y el montaje de la balanza se corresponderán con la gama de valores de carga medidos.

#### G.5.1.3 Requisitos del modelo

La precisión dimensional del modelo será superior a 10 mm con respecto a las dimensiones de tamaño natural. Todos los detalles esenciales de importancia aerodinámica, como el parabrisas delantero o la abertura del pantógrafo, serán réplicas a escala.

El pantógrafo propiamente dicho no se incluirá en el modelo.

Se admite simplificar los bogies; sólo se representarán las propiedades geométricas básicas de los bogies a fin de asegurar el correcto flujo máximo y la caída de presión en el régimen de flujo de la panza.

El modelo deberá ser simétrico, aunque el tren real no sea de construcción perfectamente simétrica (por ejemplo, debido a los elementos de la zona bajo chasis). De este modo es posible realizar una comprobación de simetría en el túnel de viento para detectar causas de error en la medición por asimetrías de flujo.

#### G.5.1.4 Requisitos del programa de ensayos

Se realizarán comprobaciones de simetría y repetibilidad para garantizar la validez de los resultados.

#### **Ángulo de descentramiento**

Se tendrá en cuenta un ángulo de descentramiento de entre 0° y 70°, a intervalos de 5°.

Se utilizará una interpolación lineal o de orden superior para todos los ángulos de descentramiento intermedios.

#### **Cajas anteriores y posteriores**

Para todos los vehículos analizados, deberá colocarse junto al modelo una caja posterior cuya longitud sea, como mínimo, la mitad de del vehículo. Se representará la sección transversal real al menos para una tercera parte de la longitud del vehículo; el borde posterior de esta caja será aerodinámico.

Si el vehículo analizado no es un vehículo delantero, será necesaria la presencia de al menos un vehículo completo por delante para garantizar que las condiciones de flujo anterior sean realistas. Deberá representarse la distancia real entre vehículos. En todo momento quedará excluido el contacto mecánico entre el modelo ensayado y las cajas pasivas. Se evitará la vibración del modelo y las cajas pasivas contiguas.

#### **Configuraciones del suelo**

Hasta que se definan claramente las configuraciones del suelo en una norma europea, se aplicarán las descritas a continuación.

Se realizarán mediciones para dos escenarios:

##### — Escenario de suelo plano

La configuración de suelo plano no incorporará una representación del lecho de balasto ni de los carriles. La distancia entre el nivel del suelo y la parte inferior de las ruedas es de 235 mm de acuerdo con la escala real.

##### — Escenario de terraplén normalizado:

— El caso del terraplén contempla un terraplén estándar de 6 m con una inclinación de 2:3 y una base de 32 m de ancho a tamaño natural, figura G.3. Sobre el terraplén habrá dos vías de las dimensiones indicadas en la figura G.2. Alternativamente, podrá utilizarse una configuración con balasto y carriles sobre suelo plano, como se indica en la figura G.2, aplicando una transformación para determinar la fuerza y los momentos correspondientes a la configuración de terraplén de 6 m, con arreglo al apartado G.6. Si la velocidad del tren es inferior a 200 km/h (y el ángulo  $\beta$  superior a 40°), los ensayos se realizarán con las configuraciones de barlovento y sotavento.

— Si la velocidad del tren es de 200 km/h o superior, sólo se utilizarán las configuraciones de barlovento. De este modo, en esta gama de velocidades se admite un terraplén de una sola vía con una base de ancho reducido.

El coeficiente aerodinámico  $C_{mx,lee}$  para los ángulos de descentramiento obtenidos en el ensayo del vehículo de referencia deberá confirmar la calidad en un 10 % en el caso de suelo plano y en un 20 % en el caso de terraplén.

Figura G.2

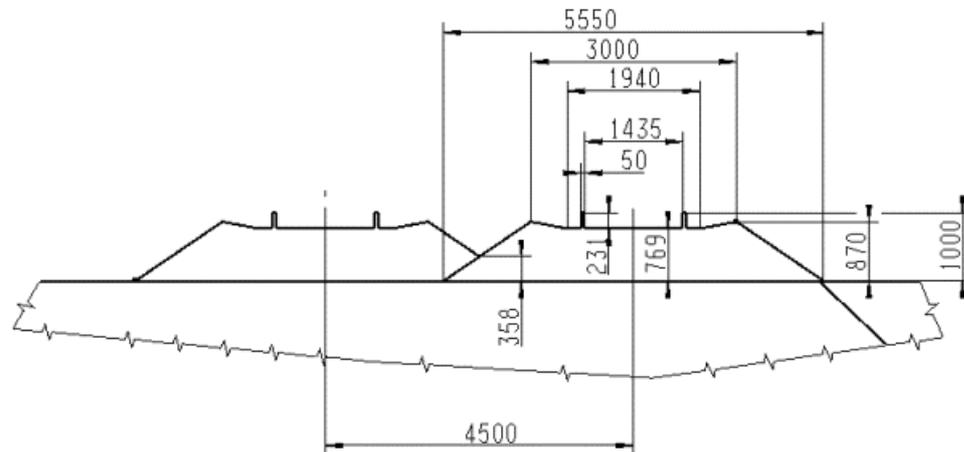
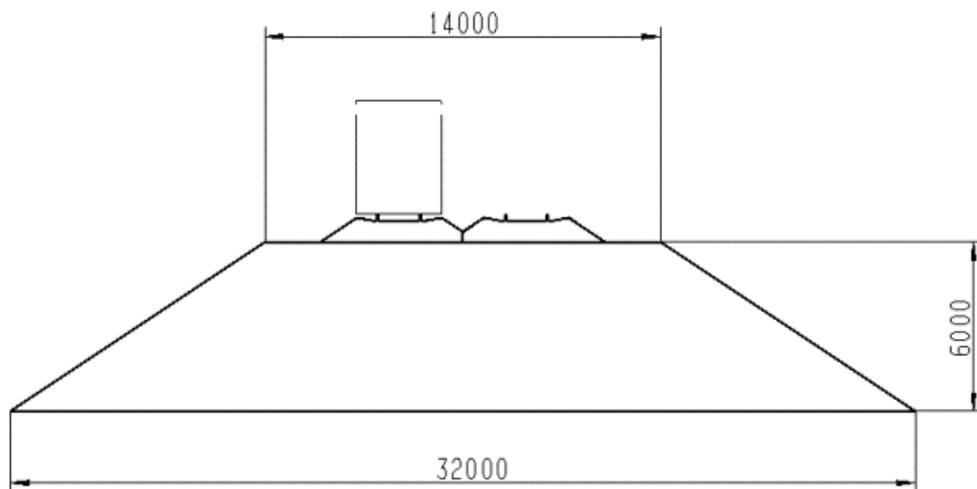
**Balasto y carril.**

Figura G.3

**Terraplén estándar de 6 m.**

## G.5.2 Descripción del escenario eólico

La racha generada para el método se corresponde con una amplitud fija (correspondiente a un nivel de probabilidad de amplitud del 99 %) y un nivel de probabilidad superior al 50 % para la duración de la racha (modo de distribución). Además, el enfoque escogido presenta las siguientes características:

- El modelo espaciotemporal (biexponencial) de la racha se basa en un modelo de rachas investigado en Deufrako y se corresponde con la mejor aproximación de un proceso aleatorio que se acerca a un máximo local.
- Se presupone que el viento medio es horizontal (sólo se utiliza el componente longitudinal  $U$ ). Este componente representa la parte destacada de las fluctuaciones del viento y es la proyección del vector eólico instantáneo en la dirección media del viento.

- No se tienen en cuenta las variaciones en la dirección del viento.
- Las variaciones temporales se desprecian en favor de las variaciones espaciales.

Datos de partida de este escenario:

- $V_{tr}$  velocidad del tren,
- $U_{max}$  velocidad máxima del viento,
- $\gamma$  dirección del viento con respecto a la línea.

Los siguientes parámetros son fijos:

- $z = 4 \text{ m}$  altura de referencia,
- $\tilde{A} = 2,84$  amplitud de la racha normalizada  $\tilde{A} = (U_{max} - U)/\sigma_u$  con la velocidad media del viento  $U$ ,
- $z_0 = 0,07 \text{ m}$  longitud de irregularidad de los puntos representativos de líneas interoperables,
- $Pr(T) = 0,5$  probabilidad de una racha de duración  $T$  para una determinada amplitud  $A$ .

### G.5.3 Cálculo de las características de turbulencia

#### G.5.3.1 Intensidad de la turbulencia

En un punto de altura  $z = 4 \text{ m}$ , la intensidad de la turbulencia  $I$  es igual a 0,245. El factor racha se calcula a partir de la intensidad de la turbulencia y de la amplitud de la racha normalizada:

$$G = 1 + \tilde{A} \cdot I = 1,6946.$$

Se elige un valor fijo de la amplitud normalizada, y por lo tanto, del factor racha. En zonas especiales, o para aplicaciones concretas, podrían elegirse diferentes valores de a partir de los análisis de mediciones meteorológicas.

Del factor racha puede deducirse el viento medio  $U_{mean}$  de un viento máximo dado  $U_{max}$ :

$$= \frac{U_{max}}{G} = \frac{U_{max}}{1,6946}.$$

A continuación, la desviación estándar del componente longitudinal del viento  $\sigma_u$  (siguiendo la velocidad media del viento) se deduce de la velocidad media del viento y de la intensidad de la turbulencia:

$$\sigma_u = I \cdot U_{mean} = I \cdot \frac{U_{max}}{G} = 0,1443 U_{max}.$$

#### G.5.3.2 Duración de la racha

El cálculo de las constantes temporales de la racha se deriva de las características espectrales (densidad espectral de potencia) de la longitud característica longitudinal  $L_u^x$  (es decir, siguiendo la racha, dirección  $x$ , componente  $u$ ).

$$L_u^x = 50 \cdot \frac{z^{0,35}}{z_0^{0,063}}$$

La duración media de la racha,  $\bar{T}$ , viene dada por el siguiente cociente integral:

$$\bar{T} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left[ \int_{n_1}^{n_2} n^2 \cdot S_u(n) dn \right]}{\left[ \int_{n_1}^{n_2} S_u(n) dn \right]}^{-\frac{1}{2}},$$

La duración media de la racha,  $\bar{S}_u(n)$  viene dada por la expresión *Von Karman*:

$$\bar{S}_u(n) = \frac{4 \cdot f_u \sigma_u^2}{(1 + 70,7 \cdot f_u^2)^{\frac{5}{6}}} \cdot \frac{1}{n}$$

donde  $f_u = \frac{n \cdot L_u^x}{U_{\text{mean}}}$  es la frecuencia normalizada y

$n$  la frecuencia entre los valores mínimo ( $n1$ ) y máximo ( $n2$ ). Estos valores  $n1$  y  $n2$  son los valores límite para la integración del espectro de frecuencia de la racha. La frecuencia inferior  $n1$  se establece en 1/300 Hz y la superior  $n2$  en 1 Hz.

La duración de la racha máxima viene entonces dada por:

$$Y = \bar{T} \cdot 0,95 \cdot \bar{A}^q = 4,182 \cdot \bar{T},$$

donde el exponente  $q$  viene dado por las mediciones y se establece en 1,42.

#### G.5.3.3 Obtención de la historia temporal resultante de la racha

Conocidas las constantes temporales, es posible obtener la historia temporal de las variaciones no dimensionales del viento en dirección longitudinal y lateral siguiendo la dirección media del viento. Entonces se pueden expresar las variaciones no dimensionales de velocidad del viento de la componente  $u$  en la dirección longitudinal  $a_x$  y en la dirección lateral  $a_y$ , a una distancia  $s$  de la racha máxima, de la forma siguiente:

$$a_x(s) = \frac{1}{2} s \cdot \cos(D) \cdot \frac{1}{T \cdot U_{\text{mean}}}$$

$$a_y(s) = \frac{1}{2} s \cdot \sin(D) \cdot \frac{1}{T \cdot U_{\text{mean}}}$$

donde  $s$  es la coordenada que sigue a la vía en  $s = V_{\text{tr}} \cdot (t - t_{\text{max}})$ ;  $t_{\text{max}}$  es el tiempo de impacto de la racha máxima sobre el tren, y  $D$  es el ángulo entre la vía y la dirección del viento.

A partir del coeficiente de degradación de la coherencia y del coeficiente exponencial de la racha en paralelo y en perpendicular a la velocidad media del viento, se puede calcular una función de correlación en un instante  $t$ , de la forma siguiente:

$$C(t) = e^{-\sqrt{(C_u^x \cdot u_x^{px})^2 + (C_u^y \cdot u_y^{py})^2}}$$

donde

$C(t)$  es la función de correlación entre la amplitud de la racha en el instante  $t$  y la máxima amplitud de la racha;

$C_u^x$  es el coeficiente de degradación de la coherencia en la dirección media del viento (valor paramétrico: 5,0);

$C_u^y$  es el coeficiente de degradación de la coherencia perpendicular a la dirección media del viento (valor paramétrico: 16,0);

$p_u^x$  es el coeficiente exponencial en la dirección media del viento (valor paramétrico: 1,0);

$p_u^y$  es el coeficiente exponencial en perpendicular a la dirección media del viento (valor paramétrico: 1,0);

Todos los valores paramétricos están basados en mediciones.

Entonces puede expresarse la velocidad del viento que choca contra el tren con la siguiente fórmula:

$$v_{\text{wind}}(t) = U_{\text{mean}} + \bar{A} \cdot \sigma_u \cdot C(t).$$

En el escenario eólico, ha de considerarse la siguiente historia temporal (el tiempo de la racha máxima es  $t_3 = 14$  s):

De  $t = 0$  a  $t = t_1 = 0,5$  s:  $v_{\text{wind}}(t) = 0$ ;

De  $t = t_1 = 0,5$  s a  $t = t_2 = 3$  s: incremento lineal de  $v_{\text{wind}}$  hasta  $U_{\text{mean}}$  a  $t = t_2 = 3$  s;

De  $t = t_2 = 3$  s a  $t = t_3 = 10$  s:  $v_{\text{wind}}(t) = U_{\text{mean}}$ ;

De  $t = t_3 = 10$  s a  $t = t_4 = 14$  s: ,

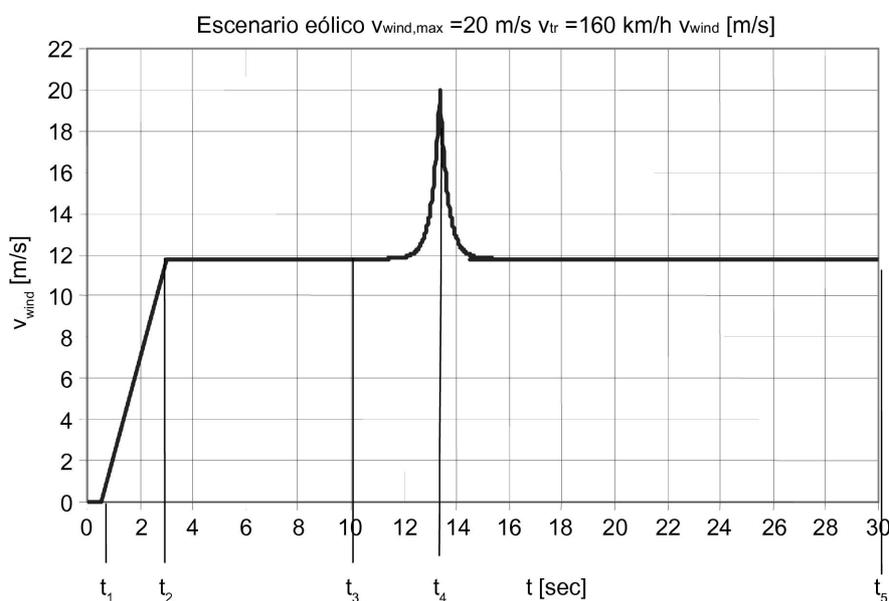
De  $t = t_4 = 14$  s a  $t = t_5 = 17$  s:

De  $t = t_5 = 17$  s a  $t = t_6 = 30$  s:  $v_{\text{wind}}(t) = U_{\text{mean}}$ .

La historia temporal de la velocidad del viento se ilustra en la figura G.1.

Figura G.1

### Ilustración de la historia temporal de la velocidad del viento.



**Observación:** Este escenario de rachas no es apropiado para trenes totalmente articulados. Para estos trenes deberá desarrollarse un escenario de rachas alternativo.

El escenario eólico espacial se filtrará por medio de un filtro de promedio espacial basado en una ventana igual a la longitud del vehículo y un intervalo inferior a 0,5 m.

#### G.5.4 Determinación del comportamiento dinámico del vehículo

##### G.5.4.1 Observaciones generales

Se utilizarán técnicas de simulación de sistemas multicuerpo (*multibody simulations*, MBS) para determinar el comportamiento dinámico del vehículo sometido a un fuerte viento.

Se utilizará un programa MBS validado para uso general, junto con un escenario de rachas. En la modelización se tendrá en cuenta el vehículo más crítico del tren y se considerará que está vacío y en orden de funcionamiento. Se comprobará que una distribución regular de los viajeros no es más crítica que un vehículo vacío (por ejemplo, debido a desplazamientos del centro de gravedad), por ejemplo realizando una verificación simplificada de enfoque totalmente estático.

Si no hay limitaciones de balanceo en el enganche, sólo será necesario incluir el vehículo crítico en el modelo; de lo contrario, se incluirán también los vehículos contiguos.

No se tendrán en cuenta las irregularidades de la vía.

El cálculo se realizará con el gálibo estándar, un perfil de carril UIC60, un perfil de ruedas nuevas e inclinaciones del carril de 1/20 y 1/40. Se utilizará el peor caso a la hora de evaluar los límites.

Se incluirán las fuerzas y momentos aerodinámicos.

El criterio que define la CEC es el valor medio de descarga de la rueda ( $\Delta Q$ ) del mecanismo de rodadura más crítico (bogie o eje simple en caso de mecanismo de rodadura de eje simple). Este valor de descarga no será superior al 90 % de la carga estática por eje ( $Q_0$ ) del mecanismo de rodadura, expresado en la siguiente fórmula:

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} < 0,9.$$

#### G.5.4.2 Modelización

La modelización del vehículo será adecuada para el estudio de las características de viento cruzado. El modelo dinámico del vehículo será 3D.

El modelo dinámico del vehículo incorporará al menos los siguientes elementos:

- Caja del vehículo, bogies y ejes montados y otras partes pertinentes del vehículo (masas, inercias, geometría y centros de gravedad).
- Suspensiones (rigidez de los muelles en dirección vertical, lateral y longitudinal, alinealidad en la rigidez, características de amortiguación en la dirección vertical y lateral, alinealidad de amortiguación).
- Topes de la caja que entrarían en juego.
- Contacto rueda-carril (perfiles nominales de rueda y carril definidos en la ETI de alta velocidad, fuerzas de contacto calculadas con geometría de contacto alineal y fuerza de corrimiento/relación de corrimiento. Cualquier otro dispositivo especial del sistema de suspensión que pueda afectar al mecanismo de vuelco).

#### G.5.4.3 Verificación del modelo del vehículo

Se realizará una verificación del modelo MBS, basada en datos de los ensayos a escala real. Es esencial comparar el coeficiente de suspensión y las masas y los centros de gravedad entre la simulación y los ensayos, en ambos casos con el vehículo vacío (sin carga).

La definición del coeficiente de suspensión «s» cumplirá lo estipulado en el apartado 4.2.3.9 de la presente ETI. Si en el ensayo hay más de un valor para s, se obtendrá el promedio. La diferencia entre la simulación y el ensayo no superará el 10 %.

Se demostrará que los topes de la caja se han modelizado correctamente. Los resultados de la simulación relativos al desplazamiento hasta los topes se corresponderán con los datos del diseño.

La masa total del vehículo es la suma de todas las fuerzas verticales  $Q_0$ . La masa media de los dos primeros vehículos de producción no será inferior al 99 % de la masa del vehículo utilizado en la simulación. Además, la carga por eje individual, promediada en los dos primeros vehículos de producción, no será inferior al 99 % de la carga por eje individual utilizada en la simulación.

Cuando se disponga de información, se evaluarán los siguientes resultados del ensayo:

- Registros de valores transitorios de fuerzas Q en cada rueda de los dos ejes montados delanteros para diferentes clases de radio de curva (de acuerdo con el capítulo 5 de la norma EN 14363:2005) cuando se circule por vía con deficiencia de peralte.
- Proceso de datos extendido (evaluación «bidimensional») de los valores del 50 % de las fuerzas Q que se indican en la cláusula 5,5 de la norma EN 14363:2005.

## G.6 Fuerzas y momentos aerodinámicos como valores de partida para la simulación multicuerpo

Para cada caso definido en el apartado G.7.4, se computarán diferentes cálculos de las respuestas del vehículo a las rachas definidas por su máxima velocidad  $U_{\max}$ , con valores crecientes de  $U_{\max}$ , hasta que se cumplan los criterios definidos en el apartado G.7.1. Los trazados correspondientes de los valores  $U_{\max}$  que cumplen los criterios máximos de descarga con respecto a la velocidad del vehículo o la velocidad del viento reciben el nombre de curvas eólicas características (CEC). La presentación de las CEC se describe con detalle en el apartado G.7.4.

La simulación de la respuesta del vehículo a una racha se realizará con el escenario de rachas descrito en el apartado G.5.

Tanto en suelo plano como en terraplén, se calcularán las cinco componentes de fuerzas y momentos ( $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  y  $M_z$ ) por medio de las siguientes fórmulas:

$$\left. \begin{aligned} F_i(t) &= \frac{1}{2} \rho S C_{F_i}(\beta(t)) V_r^2(t) \\ M_i(t) &= \frac{1}{2} \rho S l C_{M_i}(\beta(t)) V_r^2(t) \end{aligned} \right\} i \in \{x, y, z\}$$

$$\left. \begin{aligned} V_r(t) &= \sqrt{(V_T + U(t) \cos \gamma)^2 + C(t)^2 (U(t) \sin \gamma)^2} \\ \text{donde } \beta(t) &= \text{Arc tan} \left( \frac{C(t) U(t) \sin \gamma}{V_T + U(t) \cos \gamma} \right) \\ C(t) &= \frac{C_{SV} - 1 + G(t)}{C_{SV} G(t)} \end{aligned} \right\} \text{para la configuración en terraplén}$$

donde

- $U(t)$  es la velocidad del viento en la parte anterior
- $C_{SV} = 1,2416$  para el caso de barlovento
- y
- $C_{SV} = 1,1705$  para el caso de sotavento  $C(t) = 1,0$  en suelo plano

$G(t)$  es el factor de racha instantánea que se calcula dividiendo la velocidad instantánea del viento del «sombrero chino» por la velocidad media.

La densidad empleada para el cálculo de las fuerzas y momentos aerodinámicos es de  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ .

La simulación no tiene en cuenta las irregularidades de la vía.

Se demostrará que el método de integración calcula un intervalo de integración en el pico máximo del viento. El tamaño del intervalo de salida del cálculo será inferior a 1/30 s.

## G.7 Cálculo y representación de las curvas eólicas características

### G.7.1 Evaluación del criterio

En cada simulación del parámetro, se obtienen datos temporales de variación de las fuerzas  $Q$  de cada rueda.

Se necesitan los siguientes cálculos:

- Cálculo de los valores  $\Delta Q/Q_0$  por los datos temporales de las fuerzas  $Q$

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} = 1 - \frac{Q_{i1} + Q_{j1}}{2 \cdot Q_0}$$

- Filtrado de paso bajo de  $\Delta Q/Q_0$  con un filtro Butterworth de 2 Hz de 4° orden, u otro filtro que se demuestre equivalente.
- Identificar el máximo valor  $\Delta Q/Q_0$  sobre el mecanismo de rodadura.

Aquí  $Q_0$  son las fuerzas  $Q$  del vehículo vacío (sin carga) y sin excitación,  $Q_{i1}$  son las fuerzas  $Q$  de la rueda sin carga del primer eje montado del bogie y  $Q_{j1}$  son las fuerzas  $Q$  de la rueda sin carga del segundo eje montado del bogie.

#### G.7.2 Cálculo de los valores eólicos y valores límite de $\Delta Q/Q_0$

En vía curva, la fuerza centrífuga se añade al viento cruzado que actúa sobre el vehículo.

El cálculo se realizará aplicando una simulación MBS en vía recta, peraltada con arreglo a los valores  $a_q$ .

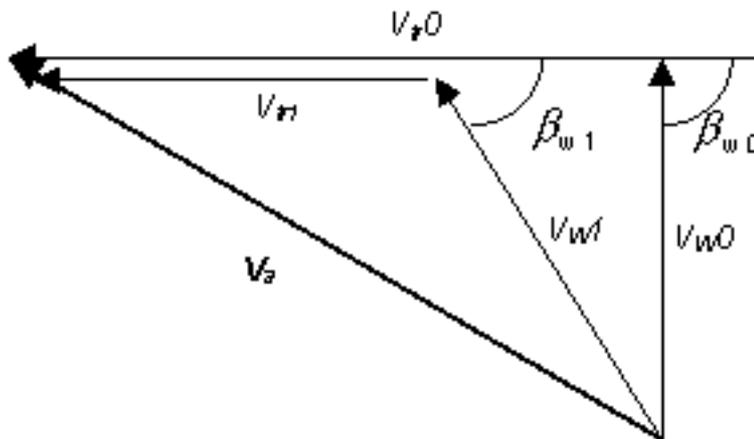
#### G.7.3 Consideración de diferentes ángulos del viento

Las velocidades del viento características que se han calculado pueden transferirse a otras combinaciones de velocidad del tren y ángulo del viento.

Normalmente, se establece la velocidad característica del viento para un ángulo de éste de 90° con respecto a la vía. Para obtener las CEC correspondientes a otros ángulos, ha de realizarse primero una descomposición/adición geométrica del vector de velocidad (véase la figura G.4).

Figura G.4:

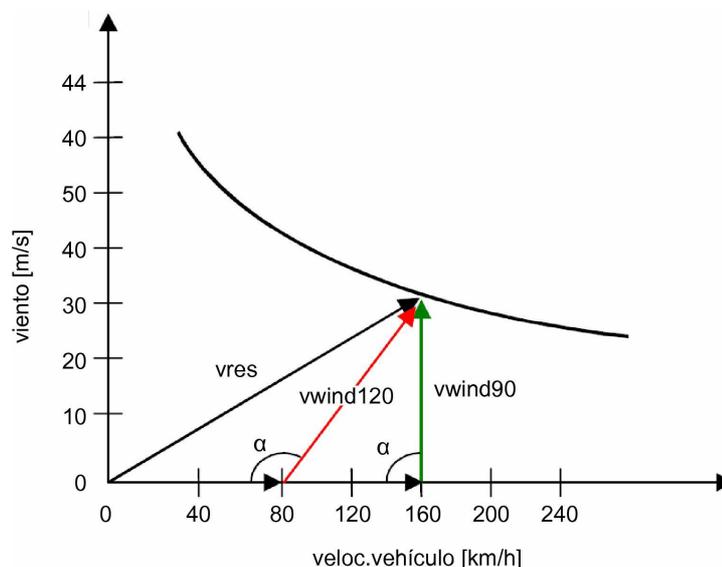
**Criterio geométrico en consideración del ángulo de ataque.**



Aquí,  $v_a$  es el viento que actúa sobre el vehículo. La descomposición de  $v_a$  en una componente basada en la velocidad del tren ( $v_{tr0}$  y  $v_{tr1}$ ) y una componente basada en la velocidad del viento ( $v_{w0}$  y  $v_{w1}$ ) puede efectuarse de varias maneras. Para la cadena vectorial  $v_{w0}$  y  $v_{tr0}$ , el ángulo del viento es  $\beta_{w0}$ , y para la cadena vectorial  $v_{w1}$  y  $v_{tr1}$ , el ángulo del viento es  $\beta_{w1}$ . Entonces, para la nueva terna ( $v_{tr}$ ,  $v_w$ ,  $\beta_w$ ), se puede obtener la velocidad característica del viento a partir de la CEC, originariamente basada en otra terna  $v_{tr}$ ,  $v_w$ ,  $\beta_w$ . En vía recta, la velocidad del viento para diferentes ángulos de ataque puede representarse directamente en un diagrama. Véase el ejemplo que se ilustra en la figura G.5.

Figura G.5

Criterio geométrico que considera el ángulo de ataque de la CEC en vía recta.



#### G.7.4 Representación de las características del viento por puntos distintos

Las curvas eólicas características se basan en los puntos que figuran a continuación. Las velocidades características del viento se calculan para estos puntos.

##### G.7.4.1 Vehículo en vía recta

Con un ángulo del viento con respecto a la vía de  $\beta_w = 90^\circ$ , habrá de calcularse la velocidad característica del viento con el tren a velocidades de  $v_{tr} = 120$  km/h; 160 km/h; 200 km/h; 250 km/h; 300 km/h;  $v_{tr,max}$  corresponde tanto a suelo plano como a terraplén.

Además, por lo que respecta a la máxima velocidad de servicio del tren, se calculará la velocidad característica del viento con los ángulos  $\beta_w = 80^\circ$ ;  $70^\circ$ ;  $60^\circ$ ;  $50^\circ$ ;  $40^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $20^\circ$ , tanto en suelo plano como en terraplén. En el terraplén, será necesario un cálculo adicional a  $\beta_w = 10^\circ$ .

##### G.7.4.2 Vehículo en curva

En lo que respecta al vehículo en circulación por vía curva, se calcularán los valores  $\Delta Q/Q_{0,curve}$  en suelo plano para  $a_q = 0,5$  m/s<sup>2</sup> y 1 m/s<sup>2</sup> con el tren a velocidades de  $v_{tr} = 250$  km/h,  $v_{tr} = 300$  km/h y  $v_{tr} = v_{tr,max}$ , en condiciones desfavorables para  $a_q$ .

#### G.8 Documentación requerida

La determinación y evaluación de las CEC requieren una documentación detallada, que indique y explique los parámetros básicos, las premisas de trabajo y las conclusiones extraídas. Se demostrarán claramente los principales pasos dados para procesar y evaluar las CEC, así como la conformidad con el anexo G.

Como resultado de ello, se aportarán los siguientes documentos:

- informe de los ensayos en el túnel de viento (véase el apartado G.3);
- informe de los ensayos en marcha conforme a la cláusula 5.6 de la norma EN 14363:2004 para la verificación del modelo;
- informe de la modelización del comportamiento dinámico del vehículo con verificación (véase el apartado G.5);
- informe de proceso de las curvas eólicas características (véase los apartados G.6 y G.7);
- informe de síntesis con la evaluación de las curvas eólicas características (véase el apartado G.8).

## ANEXO H

**Luces delanteras y traseras****H.1 Definiciones**

## Faro

Luz blanca en el testero delantero del tren, cuyo objeto es la advertencia visual de los trenes que se aproximen e iluminar las señales de tierra.

## Luz de posición

Luz blanca en el testero delantero del tren, cuyo objeto es indicar la presencia del tren.

## Luz de cola

Luz roja en el testero trasero del tren, cuyo objeto es indicar la presencia del tren.

## Luz combinada

Las luces combinadas (es decir, lámparas que pueden realizar diferentes funciones) sólo se permitirán cuando se cumplan los requisitos funcionales de las luces individuales.

## Sistema colorimétrico CIE(1931) (x, y, z)

Sistema para especificar el color mediante la determinación de los valores triestímulo de la distribución espectral de potencia de una luz de color que utiliza la serie de estímulos de color de referencia [X], [Y], [Z] y las tres funciones colorimétricas CIE  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ , adoptadas por la CIE en 1931 (véase la Publicación CIE N° 15.2-1986).

**H.2 Luces delanteras**

## a) Faros

Cada faro proporcionará una fuente de luz blanca de 170 mm de diámetro. Es admisible utilizar faros no circulares, en cuyo caso la superficie mínima iluminada será de 22 000 m<sup>2</sup>, con una dimensión mínima de 110 mm.

## Requisitos fotométricos

La intensidad luminosa de los faros, medida en el eje longitudinal de la lámpara, será la que se indica en la tabla H1.

La intensidad luminosa requerida se alcanzará con la lámpara instalada en el vehículo.

Tabla H1

**Intensidad luminosa de los faros**

	Faros con luces cortas	Faros con luces largas
Intensidad luminosa (cd) a lo largo del eje longitudinal	12 000-16 000	> 40 000
Intensidad luminosa (cd) en todos los ángulos de 5° a ambos lados del eje longitudinal en el plano horizontal	> 3 000	> 10 000

La evaluación se define en la letra b) del apartado H.4.

## b) Luces de posición

Cada luz de posición proporcionará una fuente de luz blanca de 170 mm de diámetro como mínimo. Es admisible utilizar luces de posición no circulares, en cuyo caso la superficie mínima iluminada será de 22 000 m<sup>2</sup>, con una dimensión mínima de 110 mm.

## Requisitos fotométricos

La intensidad luminosa de las luces de posición, medida en el eje longitudinal de la lámpara, será la que se indica en las tablas H2 y H3.

Tabla H2

**Intensidad luminosa de las luces de posición inferiores**

	Luz de posición inferior atenuada	Luz de posición inferior sin atenuar
Intensidad luminosa (cd) a lo largo del eje longitudinal	Mínimo 100	300-700
Intensidad luminosa (cd) a 45° a ambos lados del eje longitudinal en el plano horizontal	20-40	

Tabla H3

**Intensidad luminosa de las luces de posición superiores**

	Luz de posición superior atenuada	Luz de posición superior sin atenuar
Intensidad luminosa (cd) a lo largo del eje longitudinal	Mínimo 50	150-350

La evaluación se define en la letra b) del apartado H.4.

## c) Requisitos colorimétricos y espectrales

El color de la luz emitida por los faros y las luces de posición cumplirá los requisitos de la norma CIE S004/E-2001, como se indica en la tabla H4:

Tabla H4

**Puntos de intersección de la gama de color**

Color de la luz	Coordenadas de color CIE(1931) de los puntos de intersección				
	Punto de intersección	I	J	K	L
Blanco clase A	x	0,300	0,440	0,440	0,300
	y	0,342	0,432	0,382	0,276

La evaluación se define en la letra a) del apartado H.4.

## Distribución espectral de la radiación de la luz

El reconocimiento del color de las señales depende fundamentalmente de la distribución espectral de la radiación de la luz utilizada. Todos los iluminantes garantizarán que no exista una distorsión significativa del color en el reconocimiento del color de las señales y otros objetos.

A fin de demostrar el cumplimiento de este requisito, se aplicará una ratio  $k_{\text{colour}}$  entre toda la gama de luz visible y cada gama de color espectral que se haya de considerar.

La ratio  $k_{\text{colour}}$  se determinará por medio de la ecuación siguiente:

$$k_{\text{colour}} = \frac{\int_{\lambda_{\text{colour}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d}{\int_{\lambda_{\text{total}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d}$$

$S(\lambda)$  – distribución espectral de la energía (por medición espectral) expresada como radiancia espectral en  $\text{W}/\text{m}^2 \text{ sr}$  o en distribución espectral de la irradiancia en  $\text{W}/\text{m}^2$

$V(\lambda)$  – luminosidad espectral relativa (eficiencia luminosa relativa de una radiación monocromática de longitud de onda  $\lambda$ )

$\lambda_{\text{colour}}$  – longitud de onda de toda la gama de color a considerar (véase la tabla H5)

$\lambda_{\text{total}}$  – longitud de onda de toda la gama de color visible 380-780 nm

Tabla H.5

**Ratios de color**

	$\lambda_{\text{colour}}$ [nm]	$k_{\text{colour}}$
$k_{\text{red}}$	610-780	$\geq 0,14$
$k_{\text{orange}}$	560-660	$\geq 0,50$
$k_{\text{yellow}}$	505-780	$\geq 0,90$
$k_{\text{blue}}$	380-505	$\leq 0,10$

### H.3 Luces traseras

a) Luces de cola

Cada lámpara proporcionará una fuente de luz roja de 170 mm de diámetro como mínimo. Es admisible utilizar luces de cola no circulares, en cuyo caso la superficie mínima iluminada será de 22 000  $\text{m}^2$ , con una dimensión mínima de 110 mm.

b) Requisitos fotométricos

La intensidad luminosa de las luces de cola, medida en el eje longitudinal de la lámpara, será la que se indica en la tabla H6.

Tabla H6

**Intensidad luminosa de las luces de cola**

	Luz de cola
Intensidad luminosa (cd) a lo largo del eje longitudinal	15-40
Intensidad luminosa (cd) a 7,5° a ambos lados del eje longitudinal en el plano horizontal	Mínimo 10
Intensidad luminosa (cd) a 2,5° a ambos lados del eje longitudinal en el plano vertical	Mínimo 10

La evaluación se define en la letra b) del apartado H.4.

c) Requisitos colorimétricos

El color de la luz emitida por las luces de cola cumplirá los requisitos de la norma CIE S004/E-2001, como se indica en la tabla H7:

Tabla H7

**Puntos de intersección de la gama de color (la evaluación se define en la letra a) del apartado H.4).**

Color de la luz	Coordenadas de color CIE(1931) de los puntos de intersección				
	Punto de intersección	A	B	C	D
Rojo	x	0,690	0,705	0,705	0,720
	y	0,295	0,295	0,280	0,280

**H.4 Ensayo de conformidad de tipo del componente de interoperabilidad**

## a) Ensayos colorimétricos

Estos ensayos determinarán el color de la luz emitida por la lámpara en toda la gama de ángulos para los que se especifican las intensidades luminosas y se aplicarán en toda la superficie iluminada de la lámpara.

## Requisitos de ensayo

Los ensayos colorimétricos se realizarán como mínimo con una lámpara de cada tipo, a la tensión nominal especificada de cada una.

Los ensayos colorimétricos se realizarán en un cuarto oscuro adecuado, con una temperatura ambiente controlada de  $20 \pm 2$  °C.

El ensayo del color de la luz emitida por las lámparas se realizará con un colorímetro de precisión para mediciones absolutas. La Publicación CIE N° 15.2 contiene información y recomendaciones sobre prácticas y fórmulas colorimétricas y sobre el cálculo de los valores triestímulo y las coordenadas de cromaticidad. La norma ISO/CIE 10527 contiene información sobre filtrado parcial para el tamaño de campo requerido de 2°.

El sistema de medición de la colorimetría se verificará antes de cada ensayo con una fuente de luz debidamente calibrada. Esta verificación deberá ser documentada.

La calibración del colorímetro y de la fuente de luz deberá ser trazable conforme a la norma nacional aplicable en el país donde se realice el ensayo de la lámpara.

Los ensayos colorimétricos se realizarán con un goniómetro. La lámpara se fijará sobre el goniómetro y se inclinará horizontal y verticalmente en torno al punto medio de la superficie iluminada de la lámpara.

La distancia de medición entre la lámpara y el colorímetro será suficiente para que la superficie del detector se ilumine de forma completa y uniforme, sin detalles estructurales del haz de luz. Esta distancia de medición deberá ser documentada.

Durante los ensayos, la lámpara deberá recibir un voltaje de pruebas constante, igual a la tensión nominal especificada para la lámpara. A fin de obtener un resultado exacto, se medirá la tensión lo más cerca posible de la lámpara. La tensión y la intensidad de pruebas deberán ser documentadas.

Las fuentes de luz eléctricas deberán someterse a un período de envejecimiento antes de someterse a los ensayos, y a un período de estabilización justo antes del ensayo, tal como se indica en la Tabla H8.

Tabla H8

**Períodos de envejecimiento y estabilización para distintos tipos de fuentes de luz**

Tipo de fuente de luz	Período de envejecimiento	Período de estabilización
Lámpara incandescente	1 % de la vida útil nominal, pero 1 hora como mínimo	15 minutos
LED	50 horas	1 hora
Lámpara de vapor de metal halógeno	100 horas	30 minutos
Lámpara de alta presión de vapor de mercurio	100 horas	20 minutos
Lámpara de alta presión de vapor de sodio	100 horas	20 minutos

## b) Ensayos fotométricos

Estos ensayos determinarán la intensidad luminosa emitida por la lámpara en toda la gama de ángulos para los que se especifican las intensidades luminosas y se aplicarán en toda la superficie iluminada de la lámpara.

Los ensayos fotométricos se realizarán como mínimo con una lámpara de cada tipo, a la tensión nominal especificada de cada una.

Los ensayos fotométricos se realizarán en un cuarto oscuro adecuado, con una temperatura ambiente controlada de  $20 \pm 2$  °C.

La intensidad luminosa se medirá con un fotómetro que tenga una gama de medición de al menos 1 a 100.000 cd.

El error f1 del fotómetro con referencia a la respuesta espectral  $V(\lambda)$ , de acuerdo con la Publicación CIE N° 69, no será superior al 1,5 %. El fotómetro contará con uno o varios dispositivos que reduzcan los reflejos internos sin necesidad de cubrir parte alguna de la superficie del detector.

El sistema de medición de la fotometría se verificará antes de cada ensayo con una fuente de luz debidamente calibrada. Esta verificación deberá ser documentada.

La calibración del fotómetro y de la fuente de luz deberá ser trazable conforme a la norma nacional aplicable en el país donde se realice el ensayo de la lámpara.

Los ensayos fotométricos se realizarán con un goniómetro debidamente calibrado. La lámpara se fijará sobre el goniómetro y se inclinará horizontal y verticalmente en torno al punto medio de la superficie iluminada de la lámpara.

La distancia de medición entre la lámpara y el fotómetro será suficiente para que la superficie del detector se ilumine de forma completa y uniforme, sin detalles estructurales del haz de luz. Esta distancia de medición deberá ser documentada.

Durante los ensayos, la lámpara deberá recibir una tensión de pruebas constante, igual a la tensión nominal especificada para la lámpara. A fin de obtener un resultado exacto, se medirá la tensión lo más cerca posible de la lámpara. La tensión y la intensidad de pruebas deberán ser documentadas.

Las fuentes de luz eléctricas deberán someterse a un período de envejecimiento antes de someterse a los ensayos, y a un período de estabilización justo antes del ensayo, tal como se indica en la Tabla H8.

Cuando los ensayos fotométricos se realicen únicamente sobre la unidad luminosa, se llevará a cabo un ensayo de tipo con la luz instalada para analizar las variaciones de la alimentación eléctrica, las lentes y las cubiertas protectoras.

## ANEXO I

**Información que debe aparecer en el «registro de material rodante»****I.1 Información de carácter general**

El registro de material rodante incluirá los siguientes apartados:

- A. Definición del objeto
- B. Nombre de las partes implicadas
- C. Proceso de evaluación de la conformidad e idoneidad para el uso
- D. Características del material rodante
- E. Datos de mantenimiento críticos para la seguridad

**I.2 Apartado A: Definición del objeto del registro de material rodante**

Este apartado del registro contiene la identificación y el uso previsto del material rodante al que se refiere el registro. En este apartado se incluirá la siguiente información:

**Identificación de tipo** (característica única por la cual pueden reconocerse los vehículos contemplados en este registro).

**Designación de tipo** (nombre del material rodante, opcional).

**Identificación del vehículo** (código alfanumérico de identificación).

**Clase** (1 o 2).

**Tipo** (rama, EMU, DMU, automotor, locomotora eléctrica o diésel, o vagón, para locomotora eléctrica  $P > 4\,500$  kW o  $P < 4\,500$  kW).

**Formaciones definidas**; en el caso de vehículos individuales, también se indicarán las formaciones definidas en las que tenga certificación para circular.

**Ámbito de aplicación** (para ramas: posibilidad de enganchar ramas; para vehículos: normas aplicables a la composición de trenes interoperables que utilicen este vehículo).

**I.3 Apartado B: Nombre de las partes implicadas**

En este apartado del registro se identifica a las partes que participan o han participado en el diseño, fabricación y explotación del subsistema de material rodante y de los conjuntos de a bordo de otros subsistemas. Se establecerá la identidad de cada una de las partes siguientes:

Cuando más de una parte haya tenido la responsabilidad de una función, se indicará en el registro cada una de las partes y la distribución de responsabilidades entre ellas.

**Responsable del material rodante** (persona que, por ser su propietaria o por tener derecho a ello, explota económicamente un vehículo de manera permanente como medio de transporte (COTIF, anexo D «CUV», artículo 2).

**Propietario**

**Empresa ferroviaria** responsable de la gestión técnica del material rodante.

**Empresa ferroviaria** responsable de la explotación de su material rodante.

**Contratista principal o fabricante o su mandatario autorizado** (partes cuyas actividades contribuyen al cumplimiento de los requisitos esenciales de la ETI). Concretamente:

- la empresa responsable del proyecto de subsistema en su conjunto (en particular, de la integración del subsistema);
- otras empresas que intervengan únicamente en una parte del proyecto de subsistema (por ejemplo, que se ocupen de su montaje o instalación).

#### I.4 **Apartado C: Evaluación de la conformidad**

Este apartado del registro contiene la documentación de la evaluación de la conformidad.

**Certificado de conformidad** (organismo notificado, fecha e identificación)

**Autorización de puesta en servicio** (autoridad nacional, fecha e identificación)

**ETI** (versión o versiones de la ETI que se han aplicado)

**Los elementos** que se verificarán por **experimentación en servicio** y los medios que se han adoptado para ello.

#### I.5 **Apartado D: Características del material rodante**

Este apartado del registro contiene tres subapartados:

- Subapartado D.1: subsistema «Material Rodante».
- Subapartado D.2: conjunto de a bordo del subsistema «Control y mando y señalización».
- Subapartado D.3: conjunto de a bordo del subsistema «Energía».

##### I.5.1 Subapartado D.1 relativo al subsistema «Material Rodante»

Este subapartado del registro de material rodante incluirá:

- Resultados de la evaluación de la conformidad de todas las características recogidas en la tabla E.1 del anexo E, cuando exista una excepción aceptada o cuando existan opciones de valores. Esta información se presentará con el formato de la tabla I.1.
- Resultados de la evaluación de la conformidad de todas las características al respecto de las cuales se hayan incluido casos específicos en la presente ETI (todas las características del apartado 7.3). Esta información se presentará con el formato de la tabla I.1.
- Resultado de la evaluación de la conformidad de los requisitos del anexo L (Normas nacionales) de la ETI «Material rodante de alta velocidad», si procede. Esta información se presentará con el formato de la tabla I.1.
- Características del material rodante de acuerdo con la tabla I.1.
- Referencias a los documentos mencionados en la ETI «Material rodante de alta velocidad», apartados 4.2.1.1 a) y 4.2.7.9.1 Modos degradados y 4.2.7.5 Procedimientos de elevación y rescate.
- Referencias a los certificados de los componentes de interoperabilidad que hayan de utilizarse en el subsistema de material rodante.

##### I.5.2 Subapartado D.2 relativo al subsistema «Control y Mando y Señalización»

En este subapartado del registro de material rodante se incluirá la información exigida por otras ETI en relación con el subsistema de control y mando y señalización a bordo del material rodante. Esta información se presentará con el formato de la tabla I.1.

## I.5.3 Subapartado D.3 relativo al subsistema «Energía»

En este subapartado del registro de material rodante se incluirá la información exigida por otras ETI en relación con el subsistema «Energía» a bordo del material rodante. Esta información se presentará con el formato de la tabla I.1.

## I.6 Apartado E: Datos de mantenimiento

Entidad responsable del material rodante y de la gestión del expediente técnico.

Referencia a la documentación de mantenimiento que se define en el apartado 4.2.10.2.2 de la presente ETI.

Datos críticos para la seguridad relativos al mantenimiento (véase el apartado 4.2.10.2.2).

Tabla I.1

**Datos consignados en el subapartado D.1 del registro de material rodante**

Apartado	Característica del material rodante	Tipo, valor u opción
4.2.1.1.b	Máxima velocidad de servicio de los trenes	Velocidad máxima
4.2.2.2	Enganches	Tipo de enganche
4.2.2.4.1	Estribo de viajeros (pendiente de los requisitos de la ETI «Personas de movilidad reducida»)	Altura de los andenes con los que sea compatible el material rodante
4.2.3.1	Gálibo cinemático	Gálibo cinemático del vehículo utilizado
4.2.3.2	Carga estática por eje	Valor
4.2.3.3.2	Control de estado de los cojinetes de los ejes	Resguardado (s/n) Clase 2: equipado con conjunto a bordo (s/n)
4.2.3.4.3 a)	Carga dinámica vertical de las ruedas	Valor
4.2.3.4.5	Diseño para la estabilidad del vehículo	Velocidad Gama de conicidad o presencia de ruedas de giro independiente
4.2.3.5	Longitud máxima de los trenes	Valor
4.2.3.6	Pendientes y rampas máximas	Valor
4.2.4.7	Prestaciones del freno en rampas o pendientes acusadas	
4.2.3.7	Radio mínimo de curva	Valor
4.2.4.1	Características mínimas de frenado	Curva de frenado y medios de frenado para cumplir las prestaciones
4.2.6.1	Condiciones ambientales	Zona climática
4.2.6.2.2	Cargas aerodinámicas sobre los viajeros en el andén	Altura del andén utilizado en la evaluación
4.2.7.2	Seguridad contra incendios	Categoría A o B de seguridad contra incendios
4.2.8.3.1.1	Suministro de energía	Valores de tensión y frecuencia
4.2.8.3.2	Máxima potencia y máxima corriente que es admisible absorber de la catenaria	Valores

## ANEXO J

## Propiedades del parabrisas

## J.1 Propiedades ópticas

La distorsión de la visión producida por el parabrisas, orientado e instalado en la cabina de conducción, será mínima en toda la superficie de visión.

## J.1.1 Distorsión óptica

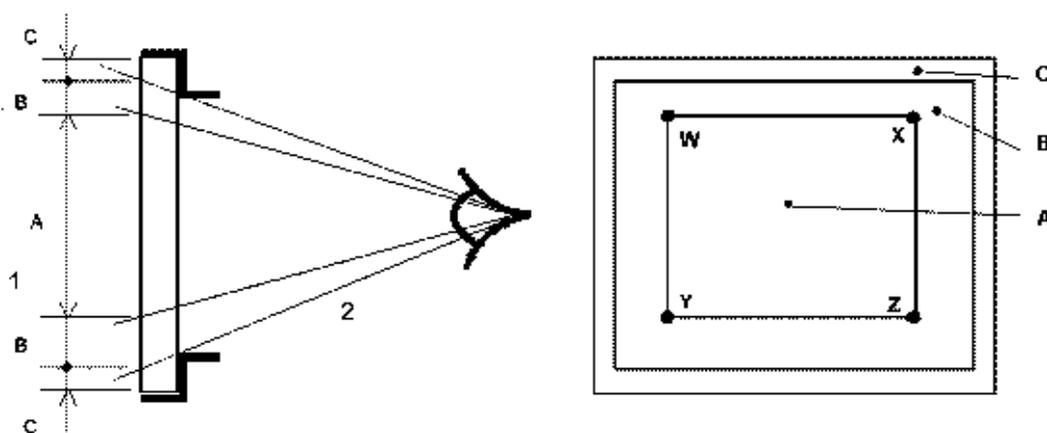
La simple distorsión de la visión, medida con el método establecido en la norma ECE R 43 A3/9.2 o en el apartado 5.3 de la norma ISO 3538:1997, no superará los siguientes valores:

- a) máx. 2,5 minutos de arco en el área de visión primaria;
- b) máx. 6,5 minutos de arco en el área de visión secundaria;

No habrá discontinuidades notables de las líneas proyectadas en las áreas de visión primaria y secundaria.

Figura J.1

## Áreas del parabrisas



## Clave

1	Exterior	Área A	Área de visión primaria
2	Interior	Área B	Área de visión secundaria
		Área C	Área periférica

Los cuatro puntos W, X, Y, Z son resultado del cruce entre el exterior del parabrisas y las líneas virtuales entre los ojos del conductor y las señales de alto o bajo.

Estos puntos se conectarán entre sí por una línea, como se muestra en el diagrama anterior.

## J.1.2 Imágenes secundarias

El parabrisas instalado en la cabina no utilizará separaciones de imágenes secundarias que puedan ser causa de confusión o distracción para el conductor.

El ángulo admisible entre las imágenes primaria y secundaria con el parabrisas instalado no será superior a:

- 15 minutos de arco en el área de visión primaria
- 25 minutos de arco en el área de visión secundaria

#### J.1.3 Neblina

El valor máximo de neblina no será superior al 2 %, medido según la norma ECE R 43 A3/4.

#### J.1.4 Transmitancia

Las áreas de visión primaria y secundaria del parabrisas instalado tendrán una transmisión visual superior al 65 %, medida conforme a la norma ECE R 43 A3/9.1 o al apartado 5.1 de la norma ISO 3538:1997.

#### J.1.5 Cromaticidad

Los requisitos relativos a la cromaticidad se mantienen como cuestión pendiente.

### J.2 Requisitos estructurales

#### J 2.1 Impactos

La resistencia de los parabrisas a los proyectiles se evaluará de la manera siguiente:

Se lanzará un proyectil cilindro al parabrisas. El proyectil tendrá la construcción que se indica en la figura J.2. Si el impacto del proyectil provoca daños permanentes, el parabrisas deberá ser sustituido.

Para el ensayo, se fijará el parabrisas a un marco construido de forma idéntica al marco montado en el vehículo.

La temperatura del parabrisas durante los ensayos será de entre + 15 °C y + 35 °C. Se presupone que el proyectil impactará en ángulo recto con respecto al parabrisas o bien que el parabrisas de ensayo podrá montarse en el mismo ángulo con respecto a la vía que si estuviera montado en el vehículo.

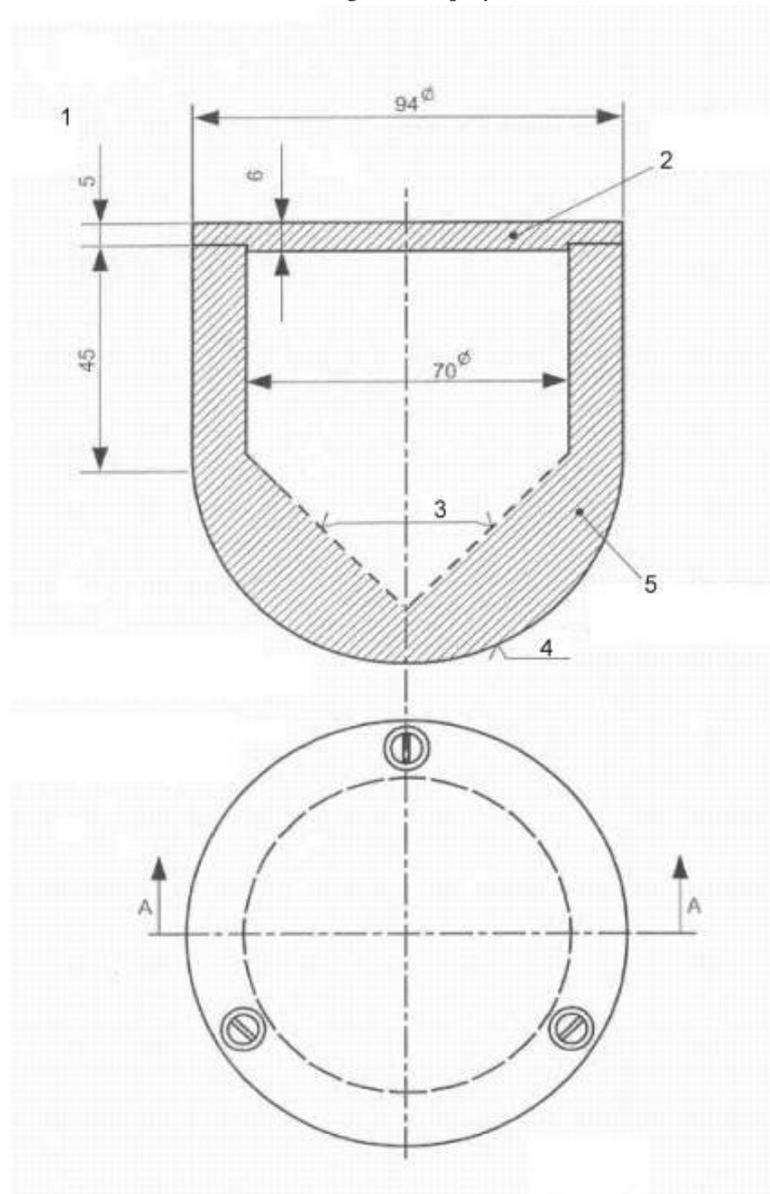
La velocidad de impacto del proyectil se determinará de la forma siguiente:

$$\begin{aligned}V_p &= V_{\max} + 160 \text{ km/h} \\V_p &= \text{Velocidad del proyectil en km/h en el momento del impacto.} \\V_{\max} &= \text{Velocidad máxima del tren en km/h.}\end{aligned}$$

El resultado del ensayo se considerará satisfactorio si:

- el proyectil no atraviesa el parabrisas;
- el parabrisas permanece fijado al marco.

Figura J.2  
Diagrama del proyectil



Clave

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1 | Sección A-A.                           | 4 | Superficie mecanizada de la punta hemisférica (1 mm). |
| 2 | Extremidad del proyectil de acero.     | 5 | Proyectil de aleación de aluminio.                    |
| 3 | Se puede quitar material para ajustar. |   | El proyectil tendrá 1 000 g de masa.                  |

J.2.2 Astillamiento

Se protegerá al conductor contra el astillamiento de la luna.

El ensayo de astillamiento se verificará durante los ensayos de impacto de los proyectiles que se especifican en el apartado 4.2.2.7 c) de la presente ETI. Detrás de la muestra objeto del ensayo, se colocará una chapa de aluminio de 0,15 mm de espesor máximo y de 500 x 500 mm, en vertical, a una distancia de 500 mm y en la dirección de desplazamiento del proyectil. El ensayo de astillamiento se considerará satisfactorio si la chapa de aluminio no resulta perforada.

## ANEXO K

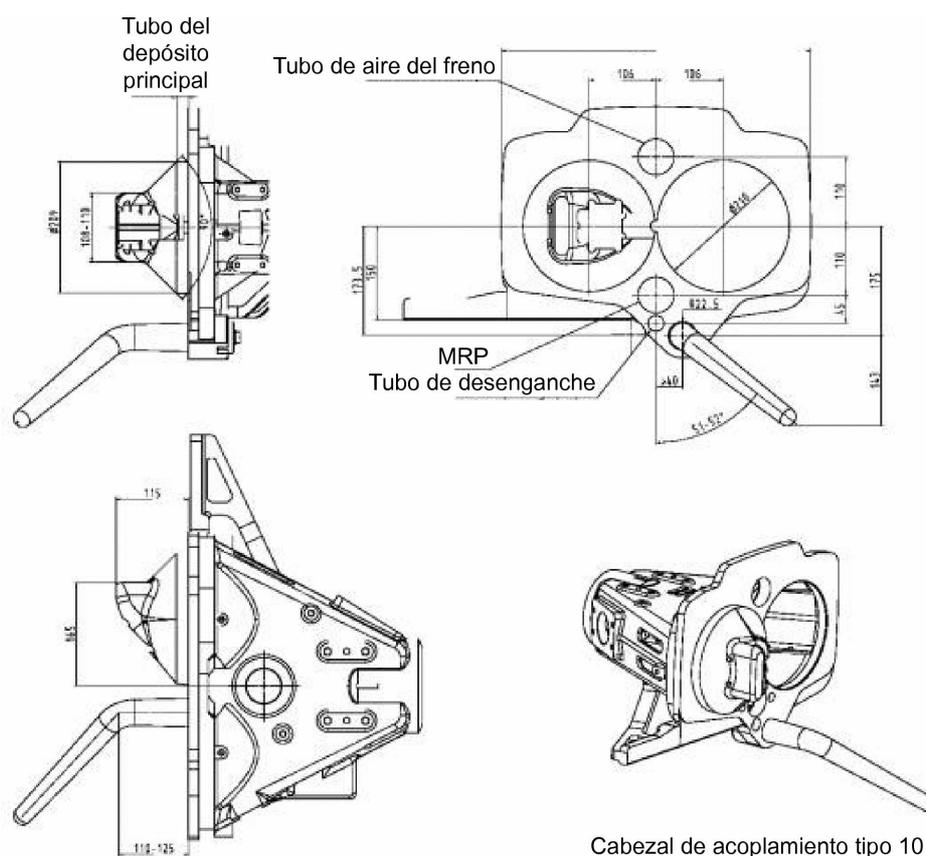
## Enganche

## K.1 Esquema del enganche

El enganche de remolque se ajustará a las dimensiones de la figura K1, pero se permite que su forma sea diferente.

Figura K1

## Medidas del enganche



El centro del enganche estará a 1 025 mm  $\pm 15/-5$  mm por encima de la superficie de rodadura, en un vehículo vacío en orden de marcha y con ruedas nuevas.

## K.2 Enganche de remolque utilizado para recuperación y rescate

## K.2.1 Definición de términos

El término «**vehículo de recuperación**» se refiere a los vehículos (locomotoras o trenes) utilizados para recuperar otros vehículos.

El término «**enganche de remolque**» se refiere al enganche de rescate, emergencia y recuperación que lleva el vehículo de recuperación al que se refiere este anexo.

El sistema automático de acoplamiento será geométrica y funcionalmente compatible con el «acoplador automático de tope central con sistema de enganche tipo 10» (también conocido como sistema «Scharfenberg»), que aquí se define con el término «**acoplador automático**».

El término «**gancho de tracción**» se refiere a un gancho de tracción cuya forma y medidas se corresponden con el apartado 4.2.2.1.2 de la ETI «Vagón de mercancías» de 2005; la altura de referencia por encima del nivel del carril (ARI) se define en 1 025mm  $\pm 15mm$  - 5 mm para un vehículo vacío, en orden de marcha y con nuevas ruedas.

El término «**semiacoplamiento**» describe los acopladores de freno conectados a los tubos de aire entre el vehículo y el enganche de rescate (tubo de freno principal y tubo de aire principal).

## K.2.2 Condiciones generales

## K.2.2.1 Velocidades

Las velocidades admisibles en las operaciones de recuperación de trenes son:

	Velocidad mínima	Velocidad recomendada
Tracción	30 km/h	100 km/h
Empuje	30 km/h	

## K.2.2.2 Frenos

El tren que haya de recuperarse se conectará al tubo de freno del vehículo de recuperación y se frenará desde ahí.

## K.2.2.3 Conexión neumática general

Todos los trenes deberán poder moverse con seguridad y frenarse cuando se conecte la tubería de freno principal únicamente. Será admisible conectar el tubo del depósito de aire principal únicamente cuando el procedimiento específico definido por el operador del vehículo recuperado lo permita. Cuando el tubo del depósito de aire principal no pueda conectarse, se facilitarán normas de explotación que sigan garantizando la seguridad de los viajeros.

## K.2.2.4 Proceso de enganche

El vehículo de recuperación se detendrá por completo delante del vehículo recuperado. El vehículo de recuperación se desplazará entonces a la velocidad máxima de 2 km/h para conectar los dos enganches.

## K.2.2.5 Condiciones de desenganche

Es admisible realizar el desenganche manual o automáticamente.

## K.2.3 Remolcado de un tren provisto de un acoplador automático por medio de un enganche de remolque

## K.2.3.1 Condiciones generales

Cuando un tren provisto de acoplador automático sea arrastrado por un vehículo automotor equipado con órganos de choque y tracción y con un enganche de remolque, este último deberá poder soportar, como mínimo, las siguientes fuerzas estáticas sin deformación permanente:

- fuerza de tracción en el enganche: 300 kN
- fuerza de compresión en el enganche: 250 kN

## K.2.3.2 Condiciones de acoplamiento

## Conexión mecánica

El enganche de remolque estará diseñado para ser instalado por dos personas en un máximo de 15 minutos, y su peso máximo no será superior a 45 kg.

La conexión mecánica entre el enganche del tren y el enganche de remolque instalado en el vehículo de recuperación se establecerá de forma automática.

El enganche de remolque instalado en un vehículo con órganos de choque y tracción deberá poder conectarse al acoplador automático del otro vehículo, a fin de que el tren pueda circular por curvas horizontales de  $R \geq 150$  m o por curvas verticales de  $R \geq 600$  m en acuerdo convexo o  $R \geq 900$  m en acuerdo cóncavo (véase el apartado 4.2.25.3 de la ETI «Infraestructuras de alta velocidad» de 2006).

Para preparar el arrastre, se acoplará el enganche de remolque al gancho de tracción del vehículo de recuperación, fijándolo al gancho de tracción propiamente dicho.

El enganche de remolque se fijará de manera que no se pueda soltar por ningún movimiento relativo que se produzca, pero sin embargo no reduzca la libertad de movimiento del gancho de tracción.

El enganche de remolque dispondrá de todas las piezas necesarias para la instalación sin necesidad de herramientas adicionales.

Una vez instalado el enganche de remolque en el gancho de tracción del vehículo,

- el enganche de remolque podrá centrarse en el gancho de tracción con la mano,
- no se dificultará el juego horizontal normal del gancho de tracción,
- no se dificultará el juego vertical normal del gancho de tracción,
- la fijación vertical del enganche de remolque será fácil de manejar,
- se desconectará el mecanismo pendular, si lo hay.

A fin de no superar la resistencia mecánica del enganche de remolque, la diferencia entre las alturas centrales del enganche de remolque y del acoplador del tren recuperado no será superior a 75 mm.

Conexión neumática

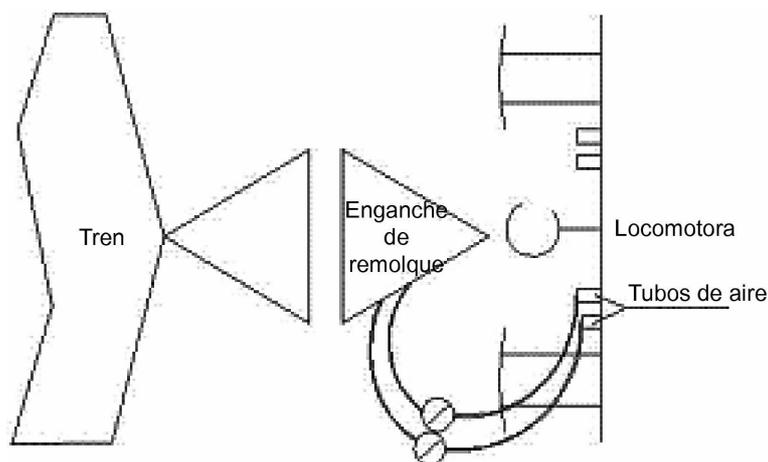
Los tubos de aire (tubería de freno principal y tubería de aire principal) se conectarán de la forma siguiente:

Los latiguillos del vehículo de recuperación se unirán a los conectores de aire correspondientes del enganche por medio de los semiacoplamientos (véase la figura K2).

Los tubos de aire deben tener libertad de movimiento en torno a su eje longitudinal.

Figura K2

**Conexión del tubo de aire entre el enganche y el automotor de recuperación**



⊗ Semiacoplamiento UIC

Es admisible equipar los trenes clase 1 y clase 2, cuando estén provistos de acopladores automáticos, con conectores adicionales para conectar directamente los tubos de aire al vehículo de recuperación.

K.2.4 Remolcado de un tren provisto de un gancho de tracción por medio de un enganche de remolque

K.2.4.1 Condiciones generales

Serán de aplicación todos los requisitos establecidos en el apartado K.2.3, teniendo en cuenta las siguientes modificaciones derivadas de la instalación del enganche de remolque.

#### K.2.4.2 Condiciones de acoplamiento

##### Conexión mecánica

La conexión mecánica entre el enganche de remolque del vehículo rescatado y el acoplador automático instalado en el vehículo de recuperación se establecerá de forma automática.

##### Conexiones neumáticas

Los tubos de aire (tubería de freno principal y tubería de aire principal) se conectarán por medio de los conductos de aire correspondientes. No es esencial conectar las líneas de desenganche por medios neumáticos.

---

## ANEXO L

**Aspectos no especificados en la ETI «Material rodante de alta velocidad» y para los que es precisa notificación de las normas nacionales****Generalidades**

Requisitos adicionales para material rodante de más de 351 km/h de velocidad máxima (apartado 1.1)

**Piezas mecánicas**

Bogies: diseño, fabricación y aprobación — Clase de acero utilizado — Resistencia — Amortiguación de vibraciones, resonancia crítica a la torsión (unidad de tracción)

Comportamiento del bogie en curva

Ejes montados: diseño, fabricación y aprobación — Defectos del contacto de rodadura admitidos a servicio

Equipos montados en las cajas de los vehículos, en los chasis de los bogies y en las cajas de grasas y sus requisitos de montaje

Resistencia a la fatiga

Procesos de certificación para ensayos no destructivos

Adaptación para las maniobras por gravedad: enganches, paso sobre rampas de maniobra, resistencia a los choques de maniobras

Identificación de los vehículos ferroviarios (apartado 4.2.7.15)

Estribos para viajeros (apartado 4.2.2.4.1)

Sistema de detección de cajas calientes: niveles de alarma (apartado 4.2.3.3.2)

Seguridad y salud y requisitos ergonómicos del asiento del conductor (4.2.2.6)

Requisitos de cromaticidad del parabrisas

**Comportamiento dinámico**

Limitación del esfuerzo de guiado cuasiestático  $Y_{qst}$

**Frenos**

Frenos neumáticos: características (incluyendo la inmovilización automática en caso de rotura de enganche)

Otros tipos de freno

Uso de zapatas de freno de material compuesto

Reducción del coeficiente de fricción entre la pastilla y el disco de freno debido a la humedad (anexo P)

**Tracción/energía**

Protección eléctrica del tren: localización del disyuntor, daños después del disyuntor del tren

Mando de los pantógrafos, mecanismo de reserva para elevar el pantógrafo si no hay aire en el depósito principal

Protección de la catenaria frente a los gases de escape calientes

Sistemas diésel y otros sistemas de tracción térmica

Calidad del combustible para sistemas diésel y otros sistemas de tracción térmica

Equipos de repostaje (apartado 4.2.9.8)

**Control y mando e interfaces con señalización**

Interferencias con el sistema de señalización y la red de telecomunicaciones (apartado 4.2.6.6.1)

Equipos de uso exclusivo del conductor

**Seguridad**

Niveles de integridad de seguridad (NIS) para funciones relacionadas con la seguridad

**Seguridad y salud de las personas (¿ya regulado por la Dir. europea 58/2001?)**

(A) Instrucciones de comportamiento seguro dirigidas los viajeros. Indicaciones sobre los procedimientos de evacuación y la utilización de salidas de emergencia en los idiomas adecuados

Preparación y almacenamiento de alimentos (\*)

Compatibilidad electromagnética con marcapasos (\*)

---

**Resistencia interna a colisiones**

---

**Seguridad contra incendios**

---

Medidas de prevención de incendios (apartado 4.2.7.2.2)

---

**Medio ambiente**

---

Gases de escape procedentes de los motores térmicos

---

Uso de materiales y productos prohibidos o limitados (amianto, PCB, CFC, etc.)

---

**Explotación**

---

Recuperación de vehículos

---

**Comportamiento aerodinámico**

---

Efectos de los vientos cruzados en trenes pendulares clase 1 y trenes clase 2 (apartado 4.2.6.3)

---

Efectos aerodinámicos sobre el balasto (apartado 4.2.3.11)

---

**Evaluación**

---

Evaluación de los medios de mantenimiento: procedimiento de evaluación de la conformidad (apartado F.4 del anexo F)

---

(\*) Cuestiones sanitarias que no son específicas del ferrocarril, pero que requieren especificación.

---

## ANEXO M

**Límites en servicio de las dimensiones geométricas de las ruedas y los ejes montados**

Tabla M.1

**Dimensiones para vías de 1 435 mm de ancho**

Designación	Diámetro de la rueda D (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Requisitos vinculados al subsistema			
Distancia entre las caras que están en contacto con las pestañas ( $S_R$ )	$\geq 840$	1 410	1 426
$S_R = A_R + S_d(\text{rueda izquierda}) + S_d(\text{rueda derecha})$	$< 840$ y $\geq 330$	1 415	1 426
Distancia entre las caras internas ( $A_R$ )	$\geq 840$	1 357	1 363
	$< 840$ y $\geq 330$	1 359	1 363
Requisitos vinculados a la rueda como componente de interoperabilidad			
Anchura de la llanta ( $B_R + \text{Burr}$ )	$\geq 330$	133	145
Grosor de la pestaña ( $S_d$ )	$\geq 840$	22	33
	$< 840$ y $\geq 330$	27,5	33
Altura de la pestaña ( $S_h$ )	$\geq 760$	27,5	36
	$< 760$ y $\geq 630$	30	36
	$< 630$ y $\geq 330$	32	36
Cara de la pestaña ( $q_R$ )	$\geq 330$	6,5	
Defectos de la banda de rodadura, p.ej., <i>aplanaduras, desgaste, grietas, ranuras, cavidades, etc.</i>	Se aplican las normas nacionales hasta la publicación de la correspondiente norma europea.		

La dimensión  $A_R$  se mide en la superficie superior del carril. Las dimensiones  $A_R$  y  $S_R$  se cumplirán con peso en vacío y con carga y con ejes montados sueltos. Para vehículos específicos, el proveedor del vehículo puede especificar tolerancias menores dentro de los límites arriba indicados.

Figure M.1

## Symbols

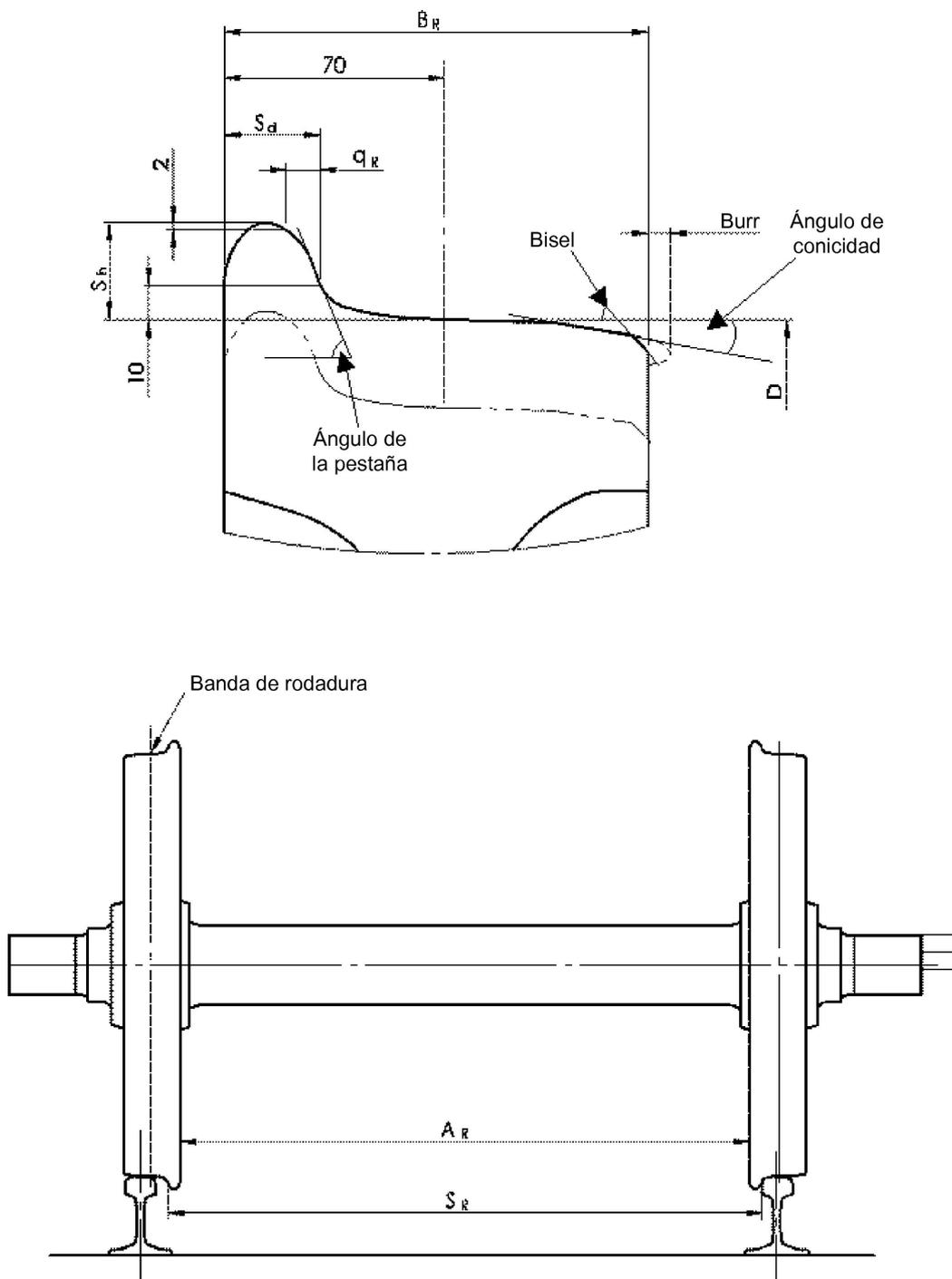


Tabla M.2

**Dimensiones para vías de 1 520 y 1 524 mm de ancho**

Designación	Diámetro de rueda (mm)	Ancho de vía (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Requisitos vinculados al subsistema				
Distancia entre las superficies externas de la pestaña de la rueda	≥ 840	1 520	1 487	1 509
		1 524	1 487	1 514
Distancia entre las superficies internas de la pestaña de la rueda	≥ 840	1 520	1 437	1 443
		1 524	1 442	1 448
Requisitos vinculados a la rueda como componente de interoperabilidad				
Anchura de la llanta ( $B_R$ )	≥ 840	1 520	130	145 <sup>(1)</sup>
		1 524	134	145 <sup>(1)</sup>
Grosor de la pestaña ( $S_d$ )	≥ 840		20	33
				36 <sup>(2)</sup>
Altura de la pestaña ( $S_h$ )	≥ 840		28	36
Cara de la pestaña ( $Q_R$ )	≥ 840		6,5	

Las dimensiones anteriores se indican en función de la altura del nivel superior del carril y se aplican al material rodante cargado o vacío.

<sup>(1)</sup> Valor Burr incluido

<sup>(2)</sup> Sólo se admite cuando  $A_R$  es 1 442.

ANEXO M I

**No se utiliza**

\_\_\_\_\_

ANEXO M II

**No se utiliza**

\_\_\_\_\_

ANEXO M III

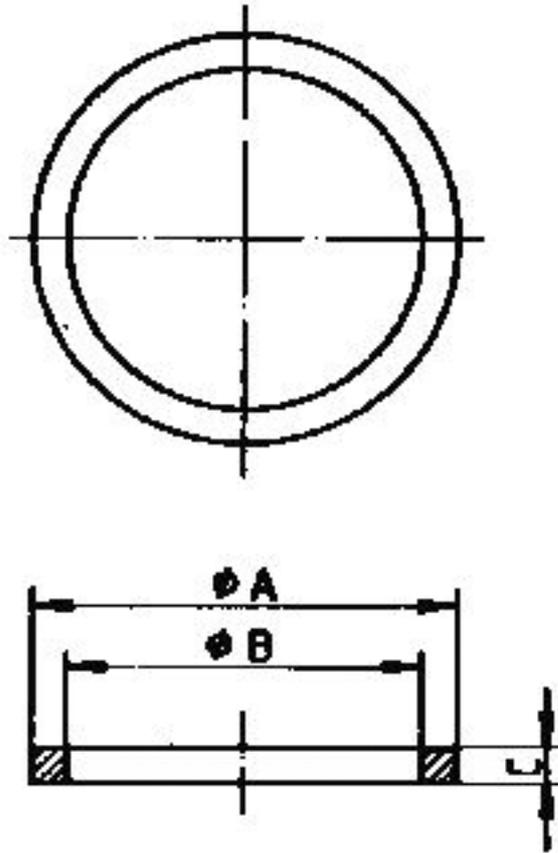
**No se utiliza**

\_\_\_\_\_

## ANEXO M IV

## Juntas para los rácores del sistema de descarga de retretes

Fig. M IV.1



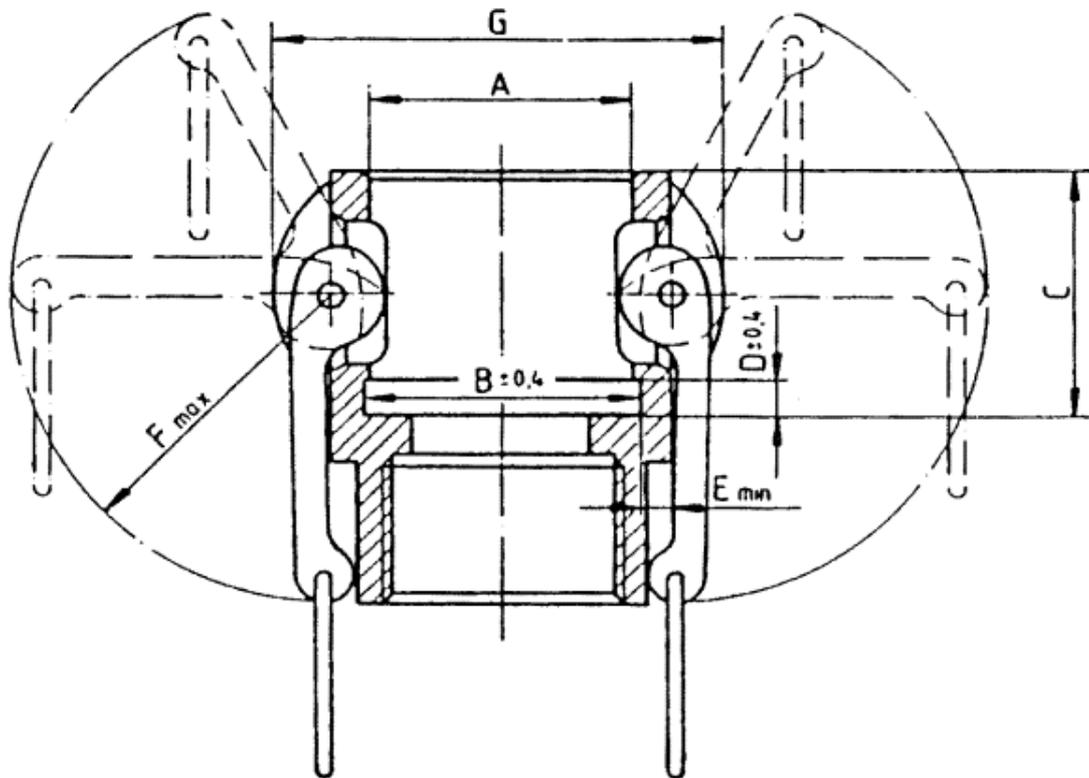
	A [mm]	B [mm]	C[mm]
Juntas de 3"	94,45	76,20	6,35
Juntas de 1"	39,69	26,98	6,35

Tolerancias generales  $\pm 0,1$

Material: Elastómero resistente a las heces, por ejemplo FPM (caucho de fluorocarbono)

Fig. M IV.2

Rácor de evacuación de 3" y rácor de descarga de 1" (piezas externas)



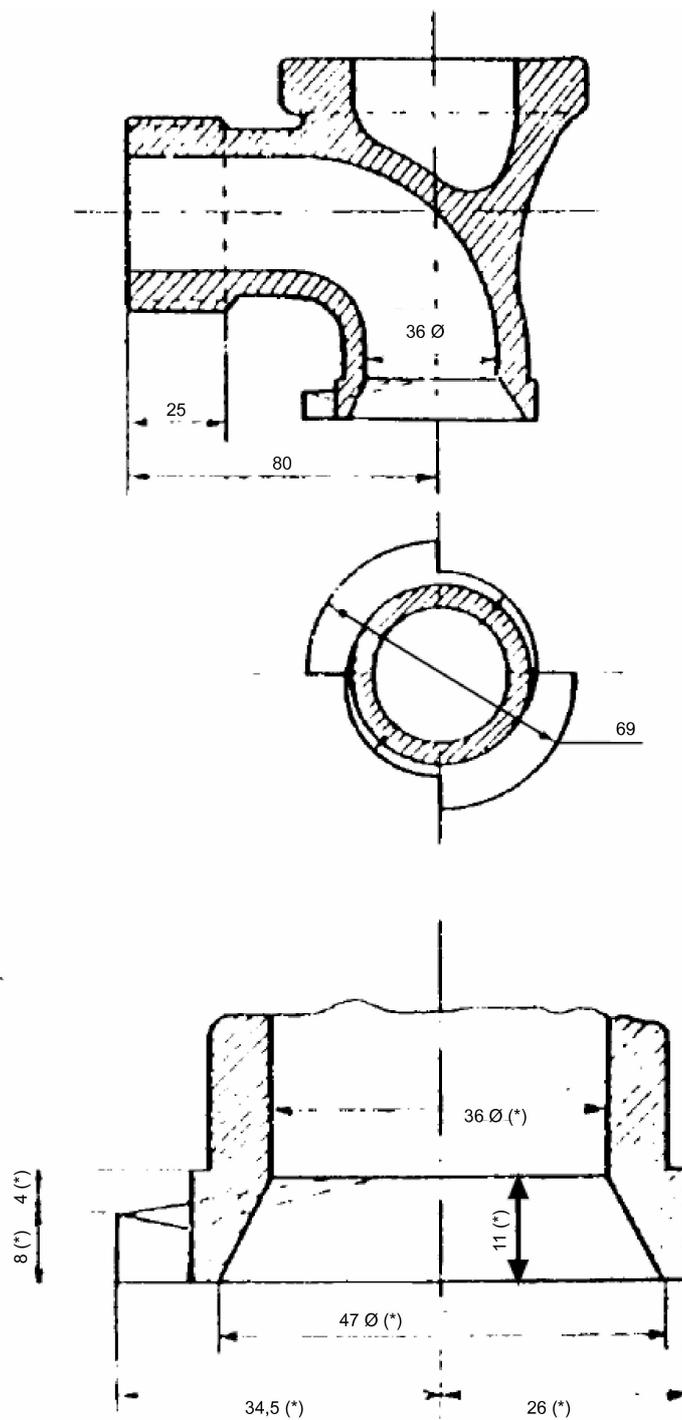
	A	B	C	D	E	F	G
Enganche 3"	92,20	104	55	7,14	4	82,55	133,3
Enganche 1"	37,24	40,50	37,50	7,14	2,4	44,45	65

Tolerancias generales  $\pm 0,1$ Material: **acero inoxidable**

## ANEXO M V

## Rácores de admisión para los depósitos de agua

Fig. M V.1



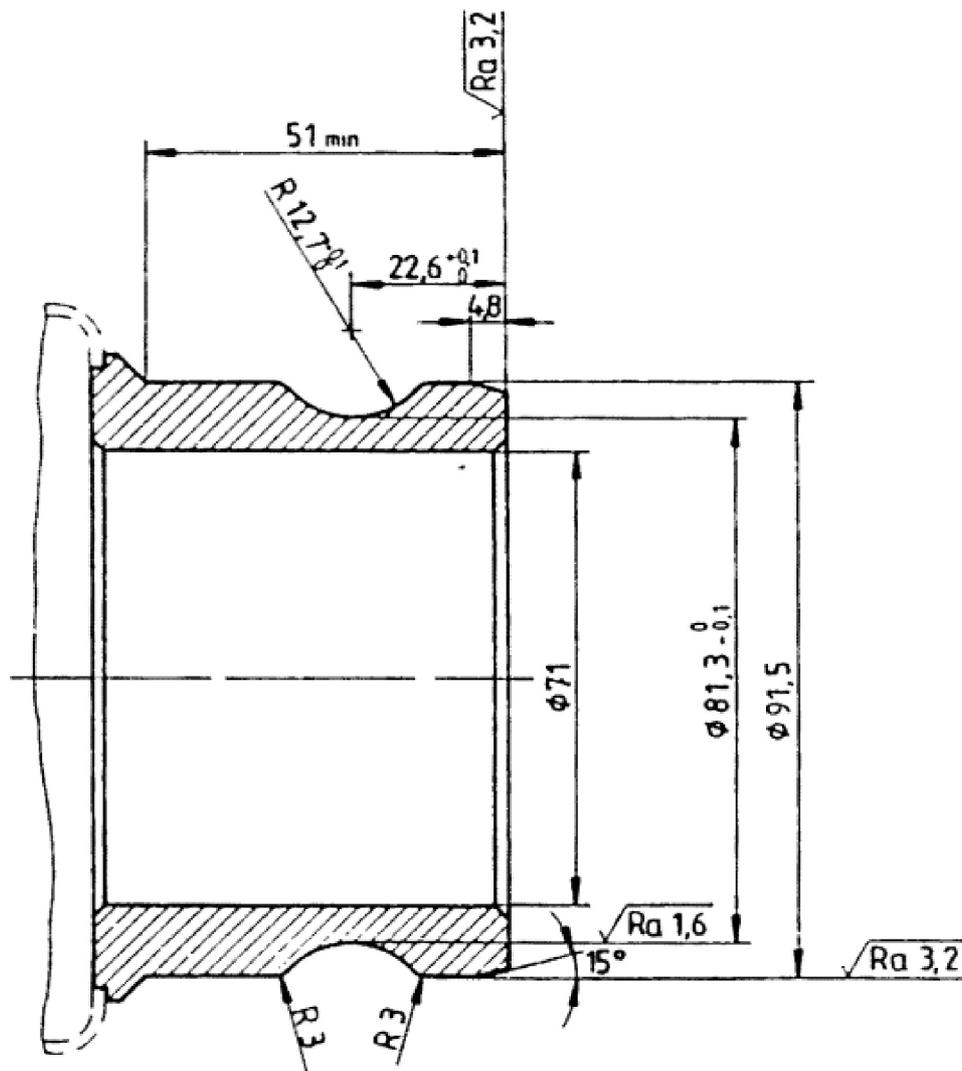
(\*) valor obligatorio

## ANEXO M VI

## Rácores para el sistema de descarga de retretes en material rodante

Fig. M VI.1

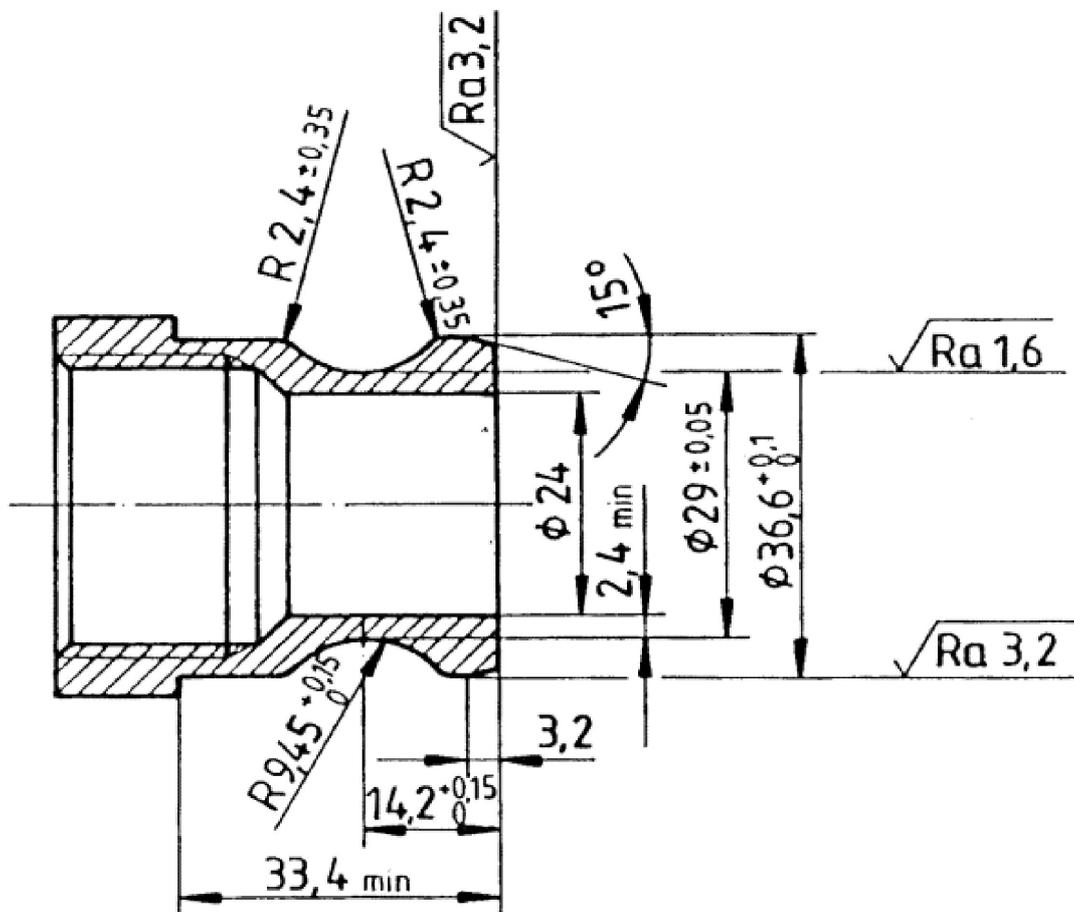
Tobera de evacuación de 3" (pieza interna)



Tolerancias generales  $\pm 0,1$   
Material: acero inoxidable

Fig. M VI.2

Rácor de descarga opcional de 1" para la cisterna del retrete (pieza interna)

Tolerancias generales  $\pm 0,1$ 

Material: acero inoxidable

## ANEXO N:

**Condiciones de medición del ruido****N.1 Desviaciones de la norma EN ISO 3095:2005****N.1.1 Ruido estacionario**

Las mediciones del ruido estacionario se realizarán de conformidad con la norma EN ISO 3095:2005, con las siguientes desviaciones (véase la tabla N1).

Por funcionamiento normal se entiende el que se produce a una temperatura de 20 °C. El fabricante facilitará los parámetros de diseño para forzar el funcionamiento a fin de simular condiciones de 20 °C.

Tabla N1

**Ruido estacionario, desviaciones de la norma EN ISO 3095:2005**

Cláusula (EN ISO 3095:2005)	Asunto	Desviación (marcada en negrita y cursiva)
6.2.3	Posiciones de los micrófonos, mediciones en vehículos estacionarios	Las mediciones se realizarán de acuerdo con la norma EN ISO 3095:2005, anexo A, figura A.1, con al menos seis micrófonos colocados a cada lado del tren. Si no están separados por distancias iguales, será necesario incluir una ponderación por superficie en la media de energía, de acuerdo con la siguiente fórmula: $L_{pAeq,stationary} = 101g \sum_{i=1}^N \left( \frac{S_i}{S_{total}} 10^{L_{pAeq,i}/10} \right)$ <p>donde <math>S_i</math> = área de la superficie de medición <math>i</math>, <math>L_{pAeq,i}</math> = nivel medido en el punto <math>i</math>, <math>N</math> = número total de puntos de medición, <math>S_{total}</math> = área de la superficie de medición total.</p>
6.3.1	Condiciones del vehículo	Antes de realizar las mediciones se eliminará toda suciedad en rejillas, filtros y ventiladores.
7.5.1	Generalidades	El tiempo de medición será de 60 s.
7.5.2	Vagones de mercancías y viajeros y automotores eléctricos	Todos los equipos que puedan funcionar con el vehículo estacionario, incluido el equipo de tracción principal si procede, pero no el compresor neumático de freno, estarán en funcionamiento. Los equipos auxiliares funcionarán a carga normal.
7.5.3.1	Automotores con motores de combustión interna	Motor al ralentí sin carga, ventilador a velocidad normal, equipos auxiliares con carga normal, compresor neumático de freno sin funcionar.
7.5.3.2	Automotores con motores de combustión interna	Esta cláusula no es aplicable a las locomotoras diesel y DMU.
7.5.1	Mediciones en vehículos estacionarios, generalidades	El nivel acústico del ruido estacionario es la media energética de todos los valores de medición registrados en los puntos de medición con arreglo a la norma EN ISO 3095:2005, anexo A, figura A.1.

## N.1.2 Ruido de arranque

Las mediciones del ruido de arranque se realizarán de conformidad con la norma EN ISO 3095:2005, con las siguientes desviaciones (véase la tabla N2).

Por funcionamiento normal se entiende el que se produce a una temperatura de 20 °C. El fabricante facilitará los parámetros de diseño para forzar el funcionamiento a fin de simular condiciones de 20 °C.

Tabla N2

**Ruido de arranque, desviaciones de la norma EN ISO 3095:2005**

Cláusula (EN ISO 3095:2005)	Asunto	Desviación (marcada en negrita y cursiva)
6.1.2	Condiciones meteorológicas	Las mediciones sobre vehículos en aceleración se realizarán únicamente con el carril en seco.
6.3.1	Condiciones del vehículo	Antes de realizar las mediciones se eliminará toda la suciedad de rejillas, filtros y ventiladores.
6.3.3	Puertas, ventanas y equipos auxiliares	En los trenes en aceleración, los ensayos se realizarán con todos los equipos auxiliares funcionando bajo carga normal. No se tendrán en cuenta las emisiones acústicas de los compresores neumáticos de freno.
7.3.1	Generalidades	Los ensayos deberán realizarse con el máximo esfuerzo de tracción, sin patinaje de las ruedas y sin macrodeslizamiento. Si el tren sometido a la prueba no comprende una formación fija, deberá definirse la carga. Será la típica del servicio normal.
7.3.2	Trenes con automotor individual	En los trenes en aceleración, los ensayos se realizarán con todos los equipos auxiliares funcionando bajo carga normal. No se tendrán en cuenta las emisiones acústicas de los compresores neumáticos de freno.

## N.1.3 Ruido de paso

Cláusula (EN ISO 3095:2005)	Asunto	Desviación (marcada en negrita y cursiva)
6.2	Posición del micrófono	No habrá ninguna vía entre la vía de circulación y el micrófono
6.3.1	Condiciones del vehículo	Antes de realizar las mediciones se eliminará toda suciedad en rejillas, filtros y ventiladores.
7.2.3	Procedimiento	Se utilizará un tacómetro que mida la velocidad de paso con suficiente precisión, de modo que si la velocidad del tren no se ajusta a la velocidad de ensayo establecida con un margen de tolerancia del $\pm 3\%$ , se determine correctamente que está fuera de dicho margen y se rechace.  Se aplicará el esfuerzo mínimo de tracción para mantener una velocidad constante durante al menos 60 s antes y durante la medición del ruido de paso.

## N.1.4 Vía de referencia para el ruido de paso

Las especificaciones de la vía de referencia se estudiaron exclusivamente para permitir la evaluación del material rodante con respecto a los valores límite del ruido de paso. En esta sección no se especifican el diseño, el mantenimiento ni las condiciones de funcionamiento de las vías «normales», las cuales no son vías «de referencia».

La vía de referencia se aprobará con arreglo a la norma EN ISO 3095:2005, con las siguientes desviaciones.

- La irregularidad del carril será inferior al espectro límite definido en la figura N1. Esta curva de valores límite sustituye a la especificación de la norma EN ISO 3095:2005, apartado 6.4.2 (figura 4), Anexo C «Procedimiento para determinar el espectro límite de irregularidad del carril». El Anexo D «Especificaciones de medición de la irregularidad del carril» sólo será aplicable en sus apartados D.1.2 (método de adquisición directa) y D.2.1 (procesado de datos de irregularidad: medición directa), con las siguientes desviaciones, y D4 (presentación de datos):

Cláusula (EN ISO 3095:2005)	Asunto	Desviación (marcada en negrita y cursiva)
D.1.2.2	Medición directa de las irregularidades	<p>El ancho de banda de longitudes de onda será como mínimo de [0,003; 0,10] metros.</p> <p>El número de trazas que se utilice para caracterizar la irregularidad se elegirá en función de la superficie de rodadura real. El número de trazas será coherente con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— la posición de contacto real, y</li> <li>— el ancho real de la superficie de rodadura («banda de rodadura»), de modo que sólo se tengan en cuenta las trazas que estén dentro del ancho real de la superficie de rodadura para calcular el valor medio de la irregularidad total.</li> </ul> <p>Sin una justificación técnica de estos dos parámetros, será aplicable la cláusula D.1.2.2 de la norma EN ISO 3095:2005.</p>
D.2.1	Medición directa	Los espectros de irregularidades de longitud de onda de un tercio de banda de octava serán procesados a partir de la media cuadrática de cada espectro de las secciones elementales de la vía de referencia.

- Estos métodos, utilizados en el proyecto NOEMIE, han demostrado que dan lugar a resultados coherentes en las vías que cumplen los límites propuestos de irregularidades del carril. Sin embargo, puede utilizarse cualquier otro método de medición directa disponible y probado que sea capaz de proporcionar resultados comparables.
- El comportamiento dinámico de la vía de referencia (vía de pruebas) se describirá por medio de las «tasas de atenuación de la vía (TDR)», que cuantifican la atenuación de la vibración del carril en función de la distancia a lo largo de la vía. El método de medición utilizado en el proyecto NOEMIE se describe en el apartado N.2. Este método ha demostrado que permite discriminar correctamente las características dinámicas de la vía. También es admisible utilizar un método equivalente de medición de la caracterización de la vía, si está disponible y ha demostrado su eficacia. En tal caso, deberá demostrarse que las tasas de atenuación vertical y lateral de la vía de pruebas son equivalentes a las del tipo de vía mencionado en la presente ETI, medidas de conformidad con la hoja de especificaciones del apartado N.2. Las tasas de atenuación de la vía de referencia serán superiores a los límites inferiores indicados en la figura N2.
- La vía de referencia tendrá una superestructura coherente a lo largo de una longitud mínima de 100 m. Las tasas medidas de atenuación de la vía deberán corresponder a 40 m a cada lado de la posición del micrófono. Se verificarán las irregularidades con arreglo a la norma EN ISO 3095:2005.

Figura N1

**Espectro límite de irregularidades del carril de la vía de referencia**

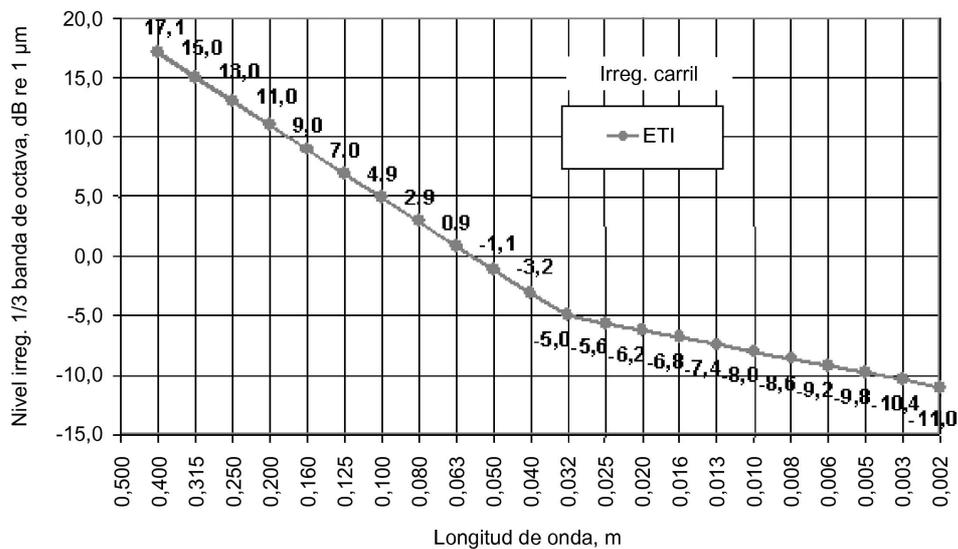
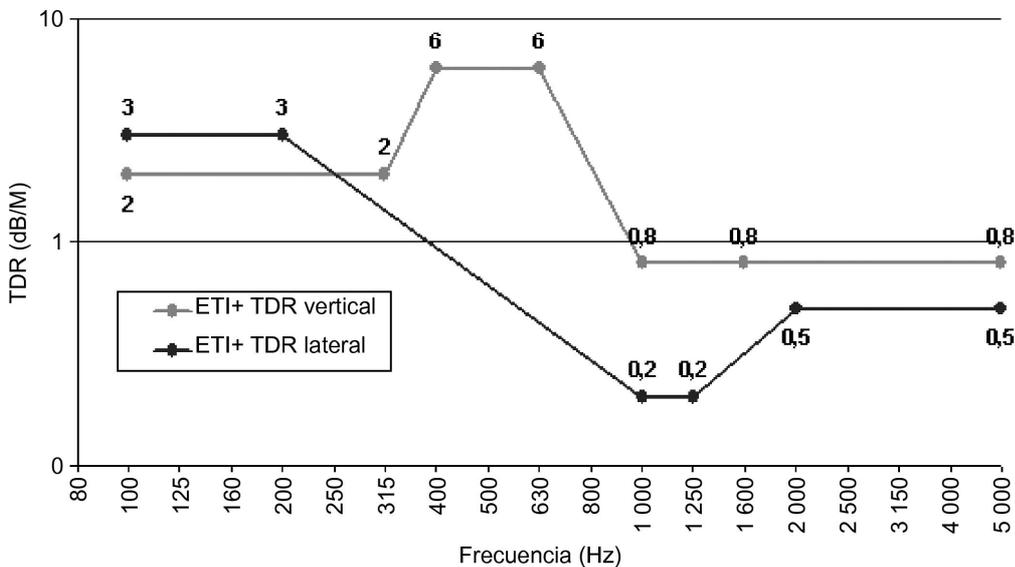


Figura N2

**Tasa de atenuación vertical y lateral, espectro límite inferior de la vía de referencia**



**N.2 Caracterización del comportamiento dinámico de las vías de referencia**

**N.2.1 Procedimiento de medición**

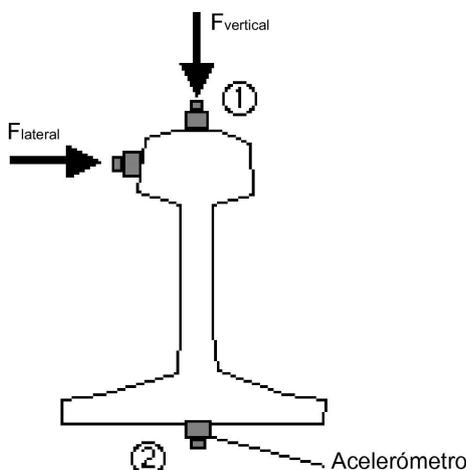
El procedimiento siguiente se aplicará sucesivamente en sentido lateral y vertical en cada vía que haya que caracterizar.

Se fijarán dos acelerómetros (encolados o clavados) al carril, en el tramo central entre dos traviesas (véase la figura N3):

- uno en sentido perpendicular al eje longitudinal del carril, colocado en la cabeza del carril (preferiblemente) o debajo del patín del carril;
- y otro en sentido transversal, colocado en la cara exterior de la cabeza del carril.

Figura N3

## Localización del sensor en la sección transversal del carril



Se aplica un impulso de fuerza medido sobre la cabeza del carril, en cada sentido, con un mazo instrumentado provisto de una punta de dureza adecuada para permitir una buena medición de la fuerza y la respuesta en la gama de frecuencias [50; 6 000 Hz]. (Hace falta una punta de acero templado para el nivel superior de la gama de frecuencias y éste normalmente, aunque no siempre, basta para aplicar la fuerza suficiente para el nivel inferior. Puede ser necesaria una medición adicional con una punta más blanda.)

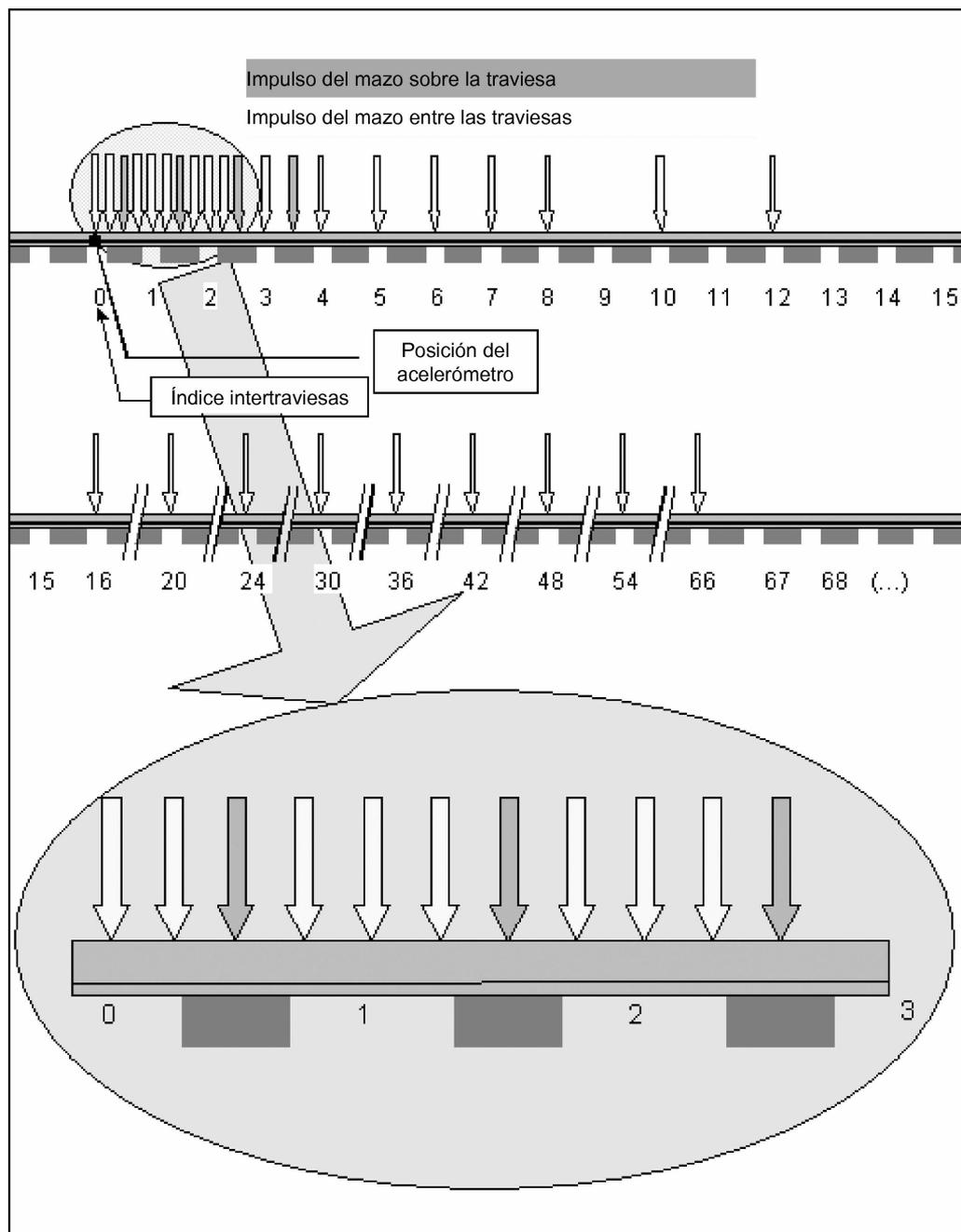
La acelerancia (de transferencia) (función de respuesta de frecuencia de aceleración/fuerza) o movilidad (velocidad/fuerza) se miden en sentido vertical y latero-transversal para la fuerza aplicada en la misma dirección correspondiente en una serie de puntos situados a diversas distancias a lo largo del carril (definidas más adelante). No es necesario medir los términos cruzados (fuerza vertical a respuesta lateral o viceversa). Si se dispone de integración analógica para la medición con acelerómetro, se ha demostrado que se obtienen mediciones de mayor calidad si se registra la función de respuesta de frecuencia (FRF) de la movilidad en lugar de la acelerancia. De este modo se obtienen datos de mayor calidad a baja frecuencia, donde la respuesta medida es muy pequeña en comparación con la alta frecuencia, ya que reduce la gama dinámica de los datos antes del registro o digitalización. Se obtendrá la FRF media a partir de 4 impulsos válidos como mínimo. La calidad de cada FRF medida (reproducibilidad, linealidad, etc.) debe controlarse utilizando la función de coherencia. Esta también deberá registrarse.

Las FRF de transferencia deberán realizarse a la posición de montaje del acelerómetro desde cada una de las posiciones indicadas en la figura N4. Las posiciones de medición pueden dividirse en grupos, como la posición de medición «puntual», el grupo «campo próximo» y el grupo «campo lejano», de la forma siguiente:

- El índice de posición 0 está asociado con el punto medio del eje longitudinal del primer cajón. Cuando se aplica el impulso en este punto (en la práctica, lo más cerca posible de este punto), se mide la FRF puntual.
- Las mediciones de *campo próximo* se realizan aplicando el impulso, partiendo de la FRF puntual, a intervalos de cuarto de traviesa hasta el final del cajón 2; desde ahí, a un intervalo de media traviesa hasta el punto medio del cajón 4; y después en cada posición de media traviesa hasta el cajón 8.
- En la medición de *campo lejano* se utilizan posiciones de impulso desde una distancia del cajón 8 con respecto a la posición del acelerómetro hacia afuera en las posiciones intertraviesas, con los índices 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 66, etc., como se indica en la figura N4. Sólo es necesario realizar mediciones hasta el punto en el que la respuesta en todas las frecuencias de la gama se hace insignificante (con respecto al ruido de la medición). La función de coherencia sirve de orientación en este sentido. Lo ideal es que el nivel de respuesta en cada tercio de banda de octava sea al menos 10 dB inferior al nivel de la misma banda en la posición 0.

Figura N4

## Tasas de atenuación de vía, localización de los puntos de excitación



La experiencia demuestra que la variabilidad de los resultados es tal que conviene repetir toda la medición de atenuación con el acelerómetro en otra posición de la vía. Basta con que las dos posiciones del acelerómetro estén separadas por una distancia de 10 metros.

Dado que las tasas de atenuación dependen de la rigidez de la almohadilla del carril y que los materiales con los que se fabrican estas almohadillas suelen ser muy termosensibles, durante la medición deberá registrarse la temperatura de la almohadilla.

#### N.2.2 Sistema de medición

Cada sensor y sistema de adquisición debe tener un certificado de calibración conforme a la norma prEN ISO 17025:2000 <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> EN ISO CEI 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración, 2000.

Todo el sistema de medición deberá ser calibrado antes y después de cada serie de mediciones (y sobre todo si se modifica el sistema de medición, el de adquisición o la localización de las mediciones).

### N.2.3 Procesamiento de datos

La potencia acústica total irradiada por un carril inducido a vibrar es el producto de la tasa de irradiación (eficiencia de radiación) del carril y la amplitud de la velocidad al cuadrado sumada sobre el área de radiación. Si se supone que las ondas verticales y laterales se atenúan exponencialmente desde el punto de excitación (contacto con la rueda) en función de la distancia a lo largo del carril, entonces  $A(z) \approx A(0)e^{-\beta z}$ , donde  $\beta$  es la constante de atenuación de la amplitud de la respuesta,  $A$ , con la distancia  $z$  a lo largo del carril desde el punto de excitación.  $\beta$  puede convertirse a una tasa de atenuación expresada en dB por metro,  $\Delta$ , como:

$$\Delta = 20 \log_{10}(e^{\beta}) = 8,686\beta \text{ dB/m.}$$

Si  $A$  se refiere a la respuesta de velocidad, entonces la potencia acústica emitida por la vía es proporcional a:

$$\int_0^{\infty} |A(z)|^2 dz$$

Existe una relación sencilla entre esta cantidad y la tasa de atenuación, ya sea para ondas verticales o laterales, a saber:

$$\int_0^{\infty} |A(z)|^2 dz = |A(0)|^2 \int_0^{\infty} e^{-2\beta z} dz = |A(0)|^2 \frac{1}{2\beta} \quad (\text{N2.1})$$

Esto demuestra la relación entre la tasa de atenuación y el comportamiento de radiación acústica de la estructura de la vía. Debe expresarse como valor en dB/m por cada tercio de banda de octava.

En principio, la tasa de atenuación puede evaluarse como la pendiente de un gráfico de amplitud de respuesta en dB en función de la distancia  $z$ . Sin embargo, en la práctica es mejor evaluar la tasa de atenuación en función de una estimación directa de la respuesta sumada:

$$\int_0^{\infty} \frac{|A(z)|^2}{|A(0)|^2} dz = \frac{1}{2\beta} \approx \sum_{z=0}^{z_{\max}} \frac{|A(z)|^2}{|A(0)|^2} \Delta z \quad (\text{N2.2})$$

donde  $z_{\max}$  es la distancia de medición máxima y la suma se realiza para las localizaciones de medición de respuesta, siendo  $\Delta z$  el intervalo entre los puntos de media distancia y las localizaciones de medición en cada lado. La influencia del intervalo tomado para la medición en  $z_{\max}$  debe ser pequeña, pero aquí se requiere que sea simétrico con respecto a  $z_{\max}$ .

De este modo, para la respuesta promediada en cada tercio de banda de octava se evalúa la tasa de atenuación de la forma siguiente:

$$\Delta(\text{in dB/m}) \approx \frac{4.343}{\sum_{z=0}^{z_{\max}} \frac{|A(z)|^2}{|A(0)|^2} \Delta z} \quad (\text{N2.3})$$

Con esto queda claro que no es fundamental que  $A$  represente la respuesta en términos de acelerancia o de movilidad, ya que éstos sólo difieren en el factor  $2\pi f$ , donde  $f$  es la frecuencia. El promedio del espectro de tercios de banda de octava puede calcularse antes de evaluar la tasa de atenuación de las FRF o después sobre la función  $\Delta(f)$ . Obsérvese la importancia de medir  $A(0)$  con precisión, ya que aparece como un factor constante de la suma. De hecho, ésta es la FRF que resulta más fácil de medir con precisión. La experiencia demuestra que no se introduce un error significativo por el hecho de no tener en cuenta las ondas de campo próximo en este sencillo análisis.

Este método de evaluación es muy fiable para tasas de atenuación elevadas, pero puede estar sujeto a error si el valor práctico de  $z_{\max}$  trunca la respuesta en algún tercio de banda de octava antes de que se haya producido una atenuación suficiente para que la suma de  $z_{\max}$  represente una buena aproximación a la integral infinita. Por lo tanto, una tasa de atenuación mínima que se puede evaluar para un determinado valor de  $z_{\max}$  es:

$$\Delta_{\min} = \frac{4.343}{z_{\max}} \quad (\text{N2.4})$$

La tasa de atenuación evaluada debe compararse con este valor y, si es similar al mismo, la estimación de la tasa de atenuación debe considerarse insegura. Con un valor de  $z_{\max}$  en torno a 40 m debe ser posible evaluar una tasa de atenuación de vía acorde con el mínimo especificado en la figura N2. Sin embargo, algunas vías no conformes presentan tasas de atenuación notablemente inferiores en algunas bandas y, para evitar la escalada de esfuerzo en la medición, puede ser necesario recurrir a una pendiente lineal para algunas bandas. En el caso de que las tasas de atenuación sean bajas, los datos de respuesta tenderán a no sufrir algunos de los problemas antes indicados. Deberán ser comprobados trazándolos juntos con la FRF medida con respecto a la distancia, por cada tercio de banda de octava.

#### N.2.4 Informe de ensayo

La TDR espacial (en sentido vertical y transversal) del tercio de octava de banda debe representarse en un gráfico de acuerdo con la presentación especificada en las normas EN ISO 3740:2000 <sup>(1)</sup> y CEI 60263:1982 <sup>(2)</sup> con una escala de 3/4 entre los ejes horizontal y vertical, respectivamente para 1 octava de banda y una tasa de atenuación de 5 dB/m.

---

<sup>(1)</sup> EN ISO 3740: 2000: Acústica — Determinación de niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido — Directrices para la aplicación de normas básicas.

<sup>(2)</sup> CEI 60263: Escalas y dimensiones para trazar características de frecuencias y diagramas polares.

## ANEXO O

**Puesta a masa de las piezas metálicas de los vehículos****O.1. Principios de puesta a masa**

Todas las piezas metálicas del vehículo:

- que puedan ser tocadas por personas, o quizá animales, y que puedan convertirse en fuente de tensiones de contacto excesivas debido a un fallo en la instalación eléctrica del vehículo o a la separación de partes de la catenaria; o
- que puedan causar accidentes debido al cebado de los aparatos de vía sometidos a corrientes elevadas en presencia de materiales peligrosos,

se conectarán al mismo potencial que el carril mediante conexiones con los valores de resistencia especificados a continuación.

**O.2. Puesta a masa de la armadura del vehículo**

La resistencia eléctrica entre las partes metálicas del material rodante y el carril no será superior a 0,05 ohmios. Estos valores se medirán con una corriente constante de 50 A bajo una tensión máxima de 50 V.

Cuando el empleo de materiales que sean deficientes conductores de electricidad (por ejemplo, en los cojinetes de los pivotes o en las cajas de grasas) no permita obtener los valores antes especificados, los vehículos deberán disponer, cuando proceda, de las siguientes conexiones protectoras de puesta a masa:

La caja que se conectará al bastidor al menos en dos puntos distintos.

El bastidor que tendrá al menos una conexión con cada bogie.

Cada bogie se pondrá a masa de manera fiable a través de al menos un eje montado; por ejemplo, a través de la carcasa de una caja de grasa o por medio de una escobilla de puesta a tierra.

Si no hay bogies, el bastidor se pondrá a masa de manera fiable como mínimo por medio de una conexión individual para cada uno de los dos ejes montados.

Las conexiones a masa, que pueden ir desnudas o aisladas, serán de un material flexible que no se corra fácilmente y que tenga una sección transversal mínima de 35 mm<sup>2</sup>. Si se utilizan materiales distintos del cobre, su comportamiento en caso de cortocircuito será como mínimo igual al del cobre de 35 mm<sup>2</sup> y la resistencia eléctrica antes indicada no se sobrepasará en ninguna circunstancia de explotación. Estas conexiones se montarán de tal manera que queden protegidas frente a daños mecánicos.

**O.3. Puesta a masa de las piezas del vehículo**

Todos los elementos conductivos que haya en el interior del vehículo, donde puedan quedar accesibles e ir conectadas a las piezas metálicas del tejado, deberán conectarse a la caja del vehículo de forma segura.

**O.4. Puesta a masa de las instalaciones eléctricas**

Todas las instalaciones eléctricas que estén conectadas al circuito de alimentación principal y que tengan piezas metálicas que puedan tocarse y que no cambien de estado por aplicación de corriente deberán tener dichas piezas metálicas conectadas a la caja del vehículo de forma segura.

Todas las piezas metálicas de un vehículo (salvo las mencionadas en el punto anterior) que puedan tocarse y que, sin haberse conectado a la corriente, puedan ponerse bajo tensión accidentalmente, deberán ponerse a masa de manera segura si la tensión nominal del elemento afectado es superior a:

- 50 V en corriente continua,
- 24 V en corriente alterna,
- 24 V entre fases de corriente trifásica si el neutro no está puesto a masa y
- 42 V entre fases de corriente trifásica si el neutro está puesto a masa.

La sección transversal de la conexión de puesta a masa depende de la corriente conducida; su dimensión debe garantizar la seguridad de funcionamiento de los disyuntores que se disparen.

#### O.5. Antenas

Las antenas instaladas en el exterior de los vehículos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- las piezas conductivas de la antena deberán estar perfectamente protegidas de las tensiones de la catenaria mediante un dispositivo de protección fabricado con material aislante a prueba de impactos;
- el sistema de antenas ha de estar provisto de una conexión a masa en un solo punto (antena con masa estática);
- o
- cuando no sea posible cumplir las condiciones anteriores, la antena instalada en el exterior del vehículo deberá aislarse por medio de condensadores de alta tensión conectados a otros dispositivos de protección contra sobretensiones, con conexión al interior del vehículo.

## ANEXO P

**Método de cálculo de las deceleraciones en modo degradado y en condiciones climáticas desfavorables****P.1 Introducción**

En este anexo se describe el procedimiento que habrá de seguirse para determinar la deceleración  $a_i$  ( $m/s^2$ ) para la gama de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  en las condiciones degradadas del caso B de la tabla 6 del apartado 4.2.4.1 de la presente ETI y las máximas distancias de parada correspondientes de la tabla 7 del apartado 4.2.4.7 de la presente ETI.

Se permite determinar la deceleración  $a_i$  mediante cálculo. En este anexo se describe el método por el que se valida cada elemento de la degradación por medio de ensayos experimentales específicos.

También se permite determinar la deceleración  $a_i$  directamente mediante ensayos en las condiciones especificadas para el caso B. Deberá verificarse el tiempo equivalente de aplicación.

Si se admite el uso de componentes de freno alternativos en un sistema de freno específico, se tendrá en cuenta el peor comportamiento de frenado con respecto a la generación de las fuerzas de frenado y su pérdida por causa de la humedad.

**P.2 Definición de los ensayos**

El método de cálculo para evaluar las deceleraciones especificadas en la tabla 6 del apartado 4.2.4.1 se basa en 4 series de ensayos:

- Serie 1: Ensayos dinámicos del tren sobre carril seco, pero con los aislamientos de los equipos de freno tal como se definen para el caso B.
- Serie 2: Ensayos dinámicos del tren sobre carril seco, con todos los frenos de adherencia activos y todos los frenos sin adherencia inactivos.
- Serie 3: Ensayos dinámicos del tren en condiciones de adherencia degradada, con todos los frenos de adherencia activos y todos los frenos sin adherencia inactivos.
- Serie 4: Ensayos de materiales de fricción en condiciones de humedad en el banco de ensayo.

**P.2.1 Ensayos dinámicos****P.2.1.1 Condiciones del ensayo**

- a) Se realizarán los ensayos de frenado de emergencia de la serie 1 para validar las fuerzas de frenado especificadas en el apartado P.3.1 en las condiciones definidas para el caso B en el apartado 4.2.4.1 de la presente ETI, con respecto a la geometría de la vía, la carga, las unidades independientes del freno dinámico o del sistema de freno que disipan la energía cinética mediante el calentamiento de los carriles, y válvulas distribuidoras.
- b) Se realizarán los ensayos de la serie 2 sobre carril seco y en las mismas condiciones de carga que la serie 1.
- c) Se realizarán los ensayos de la serie 3 en las mismas condiciones de carga que la serie 1 y en las condiciones de adherencia degradada definidas a continuación.

Se pulverizará una solución acuosa de detergente concentrado al 1 % sobre los carriles.

Esta solución se pulverizará delante de cada rueda del primer eje a una presión de 0,1 bar a 0,2 bar, a través de una tobera de 8 mm de diámetro, a lo largo del eje longitudinal del carril, a unos centímetros de distancia del carril y de la rueda.

Se doblará la cantidad de líquido para los ensayos realizados a más de 160 km/h, mediante el empleo de una segunda tobera.

Los ensayos se realizarán en condiciones meteorológicas medias, a temperaturas ambiente moderadas (de entre 5 °C y 25 °C) y no se realizarán en la nieve. Se registrará la temperatura sobre la superficie del carril después de cada ensayo, que deberá ser de entre 5 °C y 35 °C.

Nota: El detergente es una solución que contiene ácidos grasos y elementos tensoactivos, cuya concentración total se sitúa entre el 10 % y el 15 %, sin carga mineral y biodegradable.

- d) En los ensayos de la serie 1, serie 2 y serie 3, se realizarán cinco ensayos de frenado partiendo de las velocidades iniciales indicadas en la tabla P.1. Se determinará la distancia media de frenado  $S_v^k$  [m] a partir de los cinco grupos de distancias para cada una de las tres series.

#### P.2.1.2 Resultados de los ensayos dinámicos

Tabla P.1

##### Lista de ensayos dinámicos

	Velocidad inicial de frenado (km/h)			
	Velocidad máxima	300	230	170
Ensayos de la serie 1	$S_{v0}^1$	$S_{300}^1$	$S_{230}^1$	$S_{170}^1$
Ensayos de la serie 2	$S_{v0}^2$	$S_{300}^2$	$S_{230}^2$	$S_{170}^2$
Ensayos de la serie 3	$S_{v0}^3$	$S_{300}^3$	$S_{230}^3$	$S_{170}^3$

#### P.2.1.1 Ensayos dinámicos con frenos de adherencia

Cada uno de los ensayos de las series 2 y 3 se repetirá cinco veces partiendo de cada una de las velocidades iniciales indicadas en la tabla P.2. La velocidad y la distancia se registrarán a intervalos no superiores a un segundo. Se registrarán las distancias de deceleración  $\Delta s$  [m] para cada intervalo de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  y se obtendrá el promedio de los cinco ensayos.

Tabla P.2

##### Lista de valores medios $\Delta s$ , medidos durante los ensayos de frenado

Intervalo de velocidades [ $v_{i-1}, v_i$ ]	Serie 2 En seco				Serie 3 Adherencia degradada			
	Velocidad inicial de frenado (km/h)				Velocidad inicial de frenado (km/h)			
	Velocidad máxima	300	230	170	Velocidad máxima	300	230	170
$V_{\max}-300$	$\Delta s_1^2 (1)$	—	—	—	$\Delta s_1^3 (1)$	—	—	—
300-230	$\Delta s_2^2 (1)$	$\Delta s_2^2 (2)$	—	—	$\Delta s_2^3 (1)$	$\Delta s_2^3 (2)$	—	—
230-170	$\Delta s_3^2 (1)$	$\Delta s_3^2 (2)$	$\Delta s_3^2 (3)$	—	$\Delta s_3^3 (1)$	$\Delta s_3^3 (2)$	$\Delta s_3^3 (3)$	—
170-0	$\Delta s_4^2 (1)$	$\Delta s_4^2 (2)$	$\Delta s_4^2 (3)$	$\Delta s_4^2 (4)$	$\Delta s_4^3 (1)$	$\Delta s_4^3 (2)$	$\Delta s_4^3 (3)$	$\Delta s_4^3 (4)$

Nota: Se reducirá el primer intervalo  $\Delta s$  al principio del proceso de frenado ( $\Delta s_1^2 (1)$ ,  $\Delta s_2^2 (2)$ ,  $\Delta s_3^2 (3)$ , ...  $\Delta s_1^3 (1)$ ,  $\Delta s_2^3 (2)$ , ...) restando la distancia recorrida durante el tiempo equivalente de aplicación ( $t_e$ ).

#### P.2.2 Ensayos para determinar los efectos de la fricción reducida en el banco de ensayo

Los ensayos de la serie 4 se realizarán en el banco de ensayo para evaluar la pérdida de eficiencia de los frenos de fricción en condiciones de humedad.

Si un tren está equipado con varios tipos de frenos de fricción, se repetirán los ensayos en el banco por cada tipo (pastillas, zapatas, etc ...).

Los ensayos se realizarán siguiendo el proceso descrito en la norma prEN 15328:2005, anexos A y B (programas de ensayo 1 y 5 según proceda, aplicaciones de freno 1 a 50). Se determinarán los coeficientes medios de fricción en seco  $\mu_{\text{mean\_dry}}$  y en condiciones de humedad  $\mu_{\text{mean\_humid}}$ , para las fuerzas de aplicación pertinentes más próximas a las que producen las fuerzas de frenado  $F11_i$  de la serie de ensayo 1 en la gama de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  (véase el apartado P.3.1).

### P.3 Cálculos de deceleración

#### P.3.1 Determinación de las fuerzas de frenado F

Las fuerzas de frenado generadas por el sistema de freno se calculan a partir de los resultados de los ensayos de la serie 1. Se utilizarán para verificar las fuerzas medias de frenado  $F11_i$ ,  $F12_i$ ,  $F2_i$  y  $w_i$  de cada tipo de frenos en las diferentes gamas de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$ .

Con:

$F11_i$  = fuerzas de frenado [kN] basadas en la fricción, que actúan a través del contacto rueda/carril.

$F12_i$  = otras fuerzas de frenado [kN] que actúan a través del contacto rueda/carril.

$F2_i$  = fuerzas de frenado [kN] que son independientes del contacto rueda/carril.

$w_i$  = resistencia al movimiento de avance [kN] en la gama de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$ .

#### P.3.2 Evaluación del coeficiente de reducción de $k_w$ debido a la degradación de la adherencia

La pérdida de fuerza de frenado debida a la reducción de adherencia se calculará a partir de los valores de la tabla P.2 para cada intervalo de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  por medio de la siguiente fórmula:

$$k_{w_i} = \text{Minimum} \left( \frac{\Delta s_i^2(k)}{\Delta s_i^3(k)} \right),$$

para  $k = 1, \dots, 4$

#### P.3.3 Evaluación del coeficiente de reducción de $k_h$ debido a la degradación de la fricción

Se evaluará la pérdida de humedad en el coeficiente  $k_{h_i}$  para cada gama de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  a partir de los coeficientes de fricción medidos durante los ensayos en banco de la serie 4, según el apartado P.2.2. Este coeficiente  $k_{h_i}$  se calculará para cada material de fricción y para cada gama de velocidades  $[v_{i-1}, v_i]$  de la forma siguiente:

Intervalo de velocidades $[v_{i-1}, v_i]$	Pastilla tipo n° 1	Pastilla tipo n° 2 si procede	$K_{h_i}$ para las pastillas, si procede
$V_{\text{max}}-300$	$k_{h\_1\_Pad1} = \frac{\mu_{\text{mean\_humid}}}{\mu_{\text{mean\_dry}}}$ $\mu_{\text{mean}}$ se mantiene como cuestión pendiente	$k_{h\_1\_Pad2}$	$k_{h\_1} =$ $\text{Min}(k_{h\_1\_Pad1}; k_{h\_1\_Pad2}; \dots)$
300-230	$k_{h\_2\_Pad1} = \frac{\mu_{\text{mean\_humid}}}{\mu_{\text{mean\_dry}}}$ $\mu_{\text{mean}}$ se mantiene como cuestión pendiente	$k_{h\_2\_Pad2}$	$k_{h\_2} =$ $\text{Min}(k_{h\_2\_Pad1}; k_{h\_2\_Pad2}; \dots)$
230-170	$k_{h\_3\_Pad1} = \frac{\mu_{\text{mean\_humid}}}{\mu_{\text{mean\_dry}}}$ $\mu_{\text{mean}}$ se mantiene como cuestión pendiente	$k_{h\_3\_Pad2}$	$k_{h\_3} =$ $\text{Min}(k_{h\_3\_Pad1}; k_{h\_3\_Pad2}; \dots)$
170-0	$k_{h\_4\_Pad1} = \frac{\mu_{\text{mean\_humid}}}{\mu_{\text{mean\_dry}}}$ $\mu_{\text{mean}}$ es el promedio de los ensayos realizados a 160 km/h con las fuerzas de aplicación más próximas a las que producen las fuerzas de frenado de la gama de velocidades	$k_{h\_4\_Pad2}$	$k_{h\_4} =$ $\text{Min}(k_{h\_4\_Pad1}; k_{h\_4\_Pad2}; \dots)$

Este proceso también se aplicará a las zapatas de frenado a fin de obtener el coeficiente de pérdida de humedad para los bloques de freno, si los hay en el tren.

En relación con los trenes clase 1, donde la velocidad máxima  $v_{\max}$  es inferior o igual a 300 km/h, los dos primeros intervalos de velocidad de la tabla se mantienen como cuestiones pendientes.

En relación con los trenes clase 2, donde la velocidad máxima  $v_{\max}$  es superior o igual a 230 km/h, los dos primeros intervalos de velocidad se omiten.

En relación con los trenes clase 2, donde la velocidad máxima  $v_{\max}$  es inferior a 230 km/h, los dos primeros intervalos de velocidad se omiten y el intervalo de velocidades [230-170] se sustituye por la gama [ $v_{\max}$ -170].

#### P.3.4 Cálculos de deceleración

Los valores de  $a_i$  ( $m/s^2$ ) se calcularán con la siguiente fórmula en la gama de velocidades [ $v_{i-1}$ ,  $v_i$ ].

$$a_i = \frac{\sum (k_{v_i} \times F_{11i} + k_{w_i} \times F_{12i} + F_{2i}) + w_i}{m_e}$$

donde:

- $m_e$  = masa equivalentes de los vehículos (incluida la inercia de la masa giratoria) [t] resultante de la carga normal del tren definida en el apartado 4.2.4.1 de la presente ETI.
- $F_{11i}$ ,  $F_{12i}$ ,  $F_{2i}$ ,  $w_i$  = fuerzas de frenado definidas en el apartado P.3.1.
- $k_{w_i}$  = coeficiente definido en el apartado P.3.2.
- $k_{h_i}$  = coeficiente definido en el apartado P.3.3.
- $k_{v_i}$  = coeficiente de reducción de la fuerza de frenado en  $F_{11i}$  teniendo en cuenta los efectos de la humedad y la pérdida de adherencia, es decir, utilizando los valores mínimos de  $k_{h_i}$  y  $k_{w_i}$ .

## ANEXO Q

Letreros indicativos de la vitrina que contiene el equipo de rearme de la alarma de emergencia

Figura Q1

La operación de rearme se efectúa por medio de la llave Bern

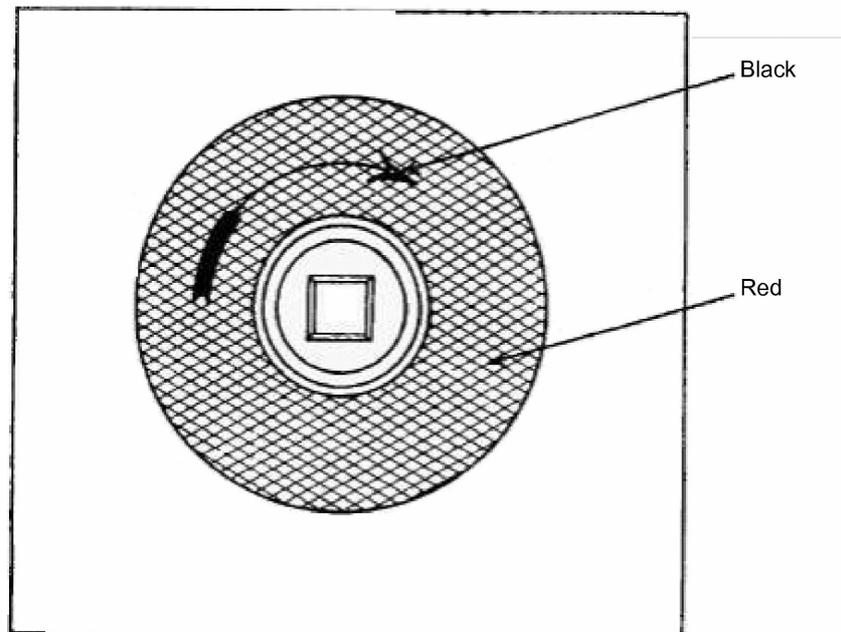
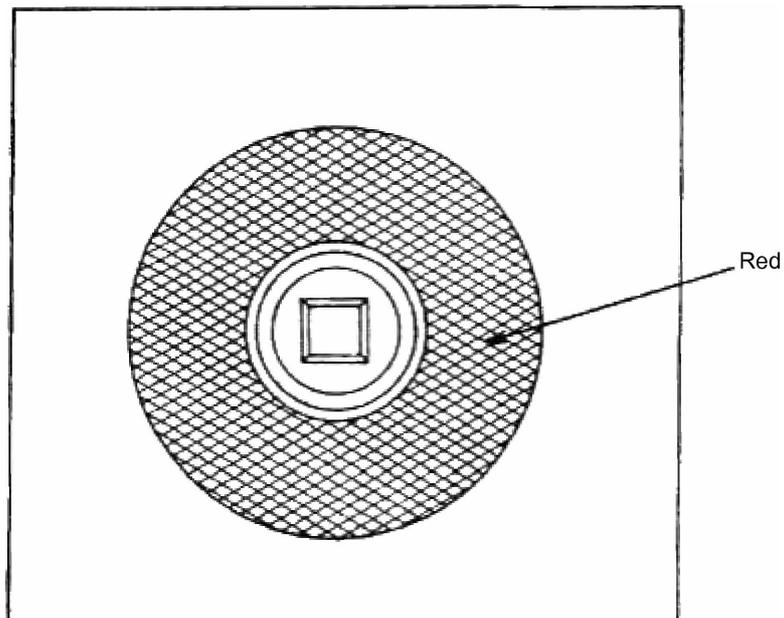


Figura Q2

Para efectuar el rearme es necesario abrir la vitrina



## ANEXO R

**Caso específico: gálibo para Finlandia****FINLANDIA, GÁLIBO ESTÁTICO FIN1****R.1. Disposiciones generales**

- 1.1. El gálibo del vehículo determina el espacio dentro del cual debe estar el vehículo cuando está en la posición media sobre una vía recta. En el apéndice A se indica el contorno de referencia (FIN1).
- 1.2. Para definir la posición más baja de las distintas partes del vehículo (parte inferior, piezas cercanas a las pestañas) en relación con la vía, deben considerarse los siguientes desplazamientos:
  - Máximo desgaste.
  - Flexibilidad de las suspensiones hasta los topes. En terrenos que se indicarán, deberá tenerse en cuenta la flexibilidad de los muelles, de acuerdo con la clasificación de la Ficha UIC 505-1.
  - Flexión estática del chasis.
  - Tolerancias de montaje y de construcción.
- 1.3. Para la definición del punto más alto de las distintas partes del vehículo, éste se supone vacío, sin desgaste y con tolerancias de montaje y construcción.

**R.2. Parte baja del vehículo**

La altura mínima admisible para las partes inferiores deberá aumentarse de acuerdo con el apéndice B1 para vehículos que puedan pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía.

Los vehículos que no tengan permitido el paso por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía podrán tener una altura mínima aumentada conforme al apéndice B2.

**R.3. Partes del vehículo próximas a las pestañas de las ruedas**

- 3.1. La distancia vertical mínima admisible para las piezas del vehículo situadas cerca de las pestañas de las ruedas, salvo las propias ruedas, es de 55 mm desde la superficie de rodadura. En las curvas, esas piezas deberán permanecer dentro de la zona ocupada por las ruedas.

La distancia de 55 mm no se aplica a las piezas flexibles del sistema de enarenado o a las escobillas flexibles.

- 3.2. Como excepción del apartado 3.1, la distancia vertical mínima admisible para las piezas situadas más allá de los ejes extremos es de 125 mm, en vehículos retardados por un calce de frenado móvil, colocado manualmente en el carril.
- 3.3. La distancia mínima de los componentes de freno que deben entrar en contacto con el carril podrá ser menor de 55 mm desde el carril cuando los componentes sean estacionarios. Deberán estar situados dentro de la zona entre ejes e incluso en curvas deberán permanecer dentro de la zona ocupada por las ruedas. Los componentes no deberán afectar a la operación en dispositivos de maniobra.

**R.4. Ancho del vehículo**

- 4.1. Las dimensiones de semiancho transversal admisible en vía recta y en curva deben reducirse con arreglo al apéndice R.C.

**R.5. Estribo inferior y puertas de acceso que se abren hacia afuera para vagones de viajeros y unidades acopladas**

- 5.1. El gálibo del estribo inferior de los vagones de viajeros y unidades acopladas se indica en el apéndice R. D1.
- 5.2. El gálibo de las puertas de acceso abiertas hacia afuera en los vagones de viajeros y unidades acopladas se indica en el apéndice R. D2.

**R.6. Pantógrafos y piezas del techo bajo tensión y sin aislamiento**

- 6.1. El pantógrafo bajado en la posición media sobre una vía recta no deberá sobresalir del gálibo del vehículo.
- 6.2. El pantógrafo elevado en la posición media sobre una vía recta no deberá sobresalir del gálibo del vehículo indicado en el apéndice R.E.

Los desplazamientos transversales de un pantógrafo debido a oscilaciones y a la inclinación y tolerancias de la vía deberán tenerse en cuenta por separado en el momento de instalar la línea eléctrica.

- 6.3. Si el pantógrafo no está sobre el centro del bogie, también deberá tenerse en cuenta el desplazamiento lateral causado por las curvas.
- 6.4. Las piezas sin aislamiento (25 kV) sobre el techo no deberán penetrar en la zona indicada en el apéndice R.E.

**R.7. Normas e instrucciones posteriores**

- 7.1. Además de los apartados R.1 a R.6, los vehículos diseñados para el tráfico occidental también cumplen las prescripciones de las Fichas UIC 505-1 o 506.

La parte inferior de los vehículos que puedan embarcar en transbordadores deberán después cumplir lo estipulado en la Ficha UIC 507 (vagones de mercancías) o 569 (vagones de viajeros y furgones).

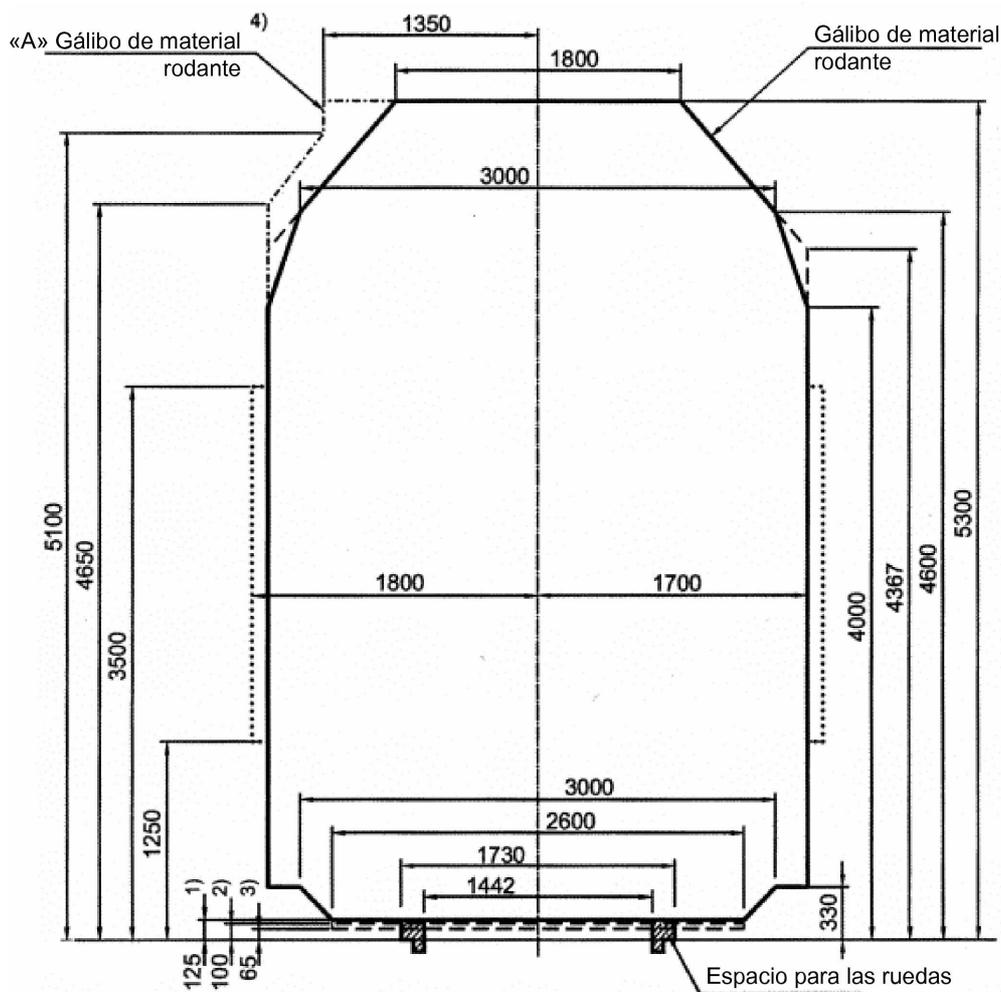
- 7.2. Además de los apartados R.1 a R.6, los vehículos diseñados para el tráfico con Rusia también cumplen las prescripciones de la norma GOST 9238-83. En cualquier caso, deberá cumplirse con el gálibo habitual.
  - 7.3. El gálibo de los trenes compuestos por vehículos con sistemas de caja pendular se rige por una normativa específica.
  - 7.4. Los gálibos se rigen por una normativa específica.
-

## Apéndice R.A

## Gálbo de material rodante

Figura R.1

## Ensanchamiento del gálbo de material rodante (FIN1)



Nota: En relación con los espejos retrovisores, véase el apéndice R.D2, punto 1, para su adopción se aplicará una normativa específica.

- 1) Parte inferior de los vehículos que pueden pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía.
- 2) Parte inferior de los vehículos que no pueden pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía, salvo los bogies de los vehículos motores, véase la nota 3).
- 3) Parte inferior de los bogies de vehículos motores que no pueden pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía.
- 4) Gálbo de los vehículos que pueden circular por las líneas indicadas en Jtt (especificaciones técnicas relacionadas con la normativa de seguridad de los ferrocarriles finlandeses), donde el gálbo de los obstáculos se ha ampliado en consecuencia.

## Apéndice R.B1

**Aumento de la altura mínima de la parte inferior de los vehículos que pueden pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía**

La altura de la parte inferior de los vehículos debe aumentarse en la cantidad de  $E_{as}$  y  $E_{au}$ , de forma que:

- si el vehículo circula por la parte superior de un lomo de asno, ninguna de las piezas entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos pueda penetrar en el plano de rodadura de un lomo de asno cuyo radio de curvatura vertical sea de 250 m;
- si el vehículo circula por la concavidad del lomo de asno, ninguna de las piezas situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos pueda penetrar en el gálibo de los frenos de vía de una concavidad cuyo radio de curvatura vertical sea de 300 m;

Las fórmulas <sup>(1)</sup> para calcular el incremento de altura son (valores en metros):

a una distancia de hasta 1,445 m desde el eje longitudinal de la vía:

$$E_{as} = \frac{an - n^2}{500} - h$$

a una distancia mayor de 1,445 m desde el eje longitudinal de la vía:

$$E_{au} = \frac{an + n^2}{600}$$

$$E_{au} = \frac{an + n^2}{600} - (h - 0,275)$$

Notación:

- $E_{as}$  = aumento de altura de la parte inferior del vehículo en las secciones transversales situadas entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos. El parámetro  $E_{as}$  no deberá tenerse en cuenta a menos que su valor sea positivo.
- $E_{au}$  = aumento de altura de la parte inferior del vehículo en las secciones transversales situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos. El parámetro  $E_{au}$  no deberá tenerse en cuenta a menos que su valor sea positivo.
- $a$  = distancia entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos.
- $n$  = distancia desde la sección transversal considerada hasta el pivote de bogie más próximo (o eje extremo más próximo).
- $h$  = altura de la parte inferior de los vehículos sobre el plano de rodadura (véase el apéndice R.A).

<sup>(1)</sup> Las fórmulas se basan en la posición de un freno de vía y otros dispositivos de maniobra de las instalaciones de clasificación por gravedad, tal como se indica en el apéndice B3.

## Apéndice R.B2

**Aumento de la altura mínima de la parte inferior de los vehículos que no pueden pasar por lomos de asno de instalaciones de clasificación y frenos de vía**

La altura de la parte inferior de los vehículos debe aumentarse en la cantidad de  $E'_{as}$  y  $E'_{au}$  de forma que:

- si el vehículo circula por un acuerdo de rasantes cóncavo, ninguna de las piezas entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos pueda penetrar en el plano de rodadura de un acuerdo de rasantes cuyo radio de curvatura vertical sea de 500 m;
- si el vehículo circula por un acuerdo de rasantes cóncavo, ninguna de las piezas situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos pueda penetrar en el plano de rodadura de un acuerdo de rasantes cuyo radio de curvatura vertical sea de 500 m;

Las fórmulas <sup>(1)</sup> para calcular el incremento de altura son (valores en metros):

$$E'_{as} = \frac{an - n^2}{1\ 000} - h$$

$$E'_{au} = \frac{an + n^2}{1\ 000} - h$$

Notación:

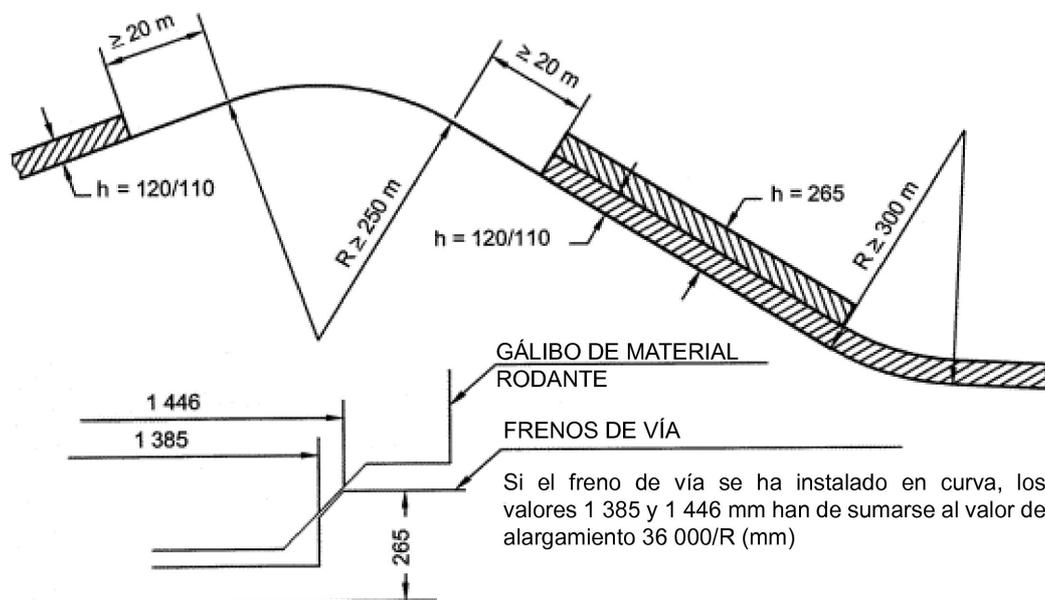
- $E'_{as}$  = aumento de altura de la parte inferior del vehículo en las secciones transversales situadas entre pivotes de los bogies o entre los ejes extremos. El parámetro  $E'_{as}$  no deberá tenerse en cuenta a menos que su valor sea positivo.
- $E'_{au}$  = aumento de altura de la parte inferior del vehículo en las secciones transversales situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos. El parámetro  $E'_{au}$  no deberá tenerse en cuenta a menos que su valor sea positivo.
- $a$  = distancia entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos.
- $n$  = distancia desde la sección transversal considerada hasta el pivote de bogie más próximo (o eje extremo más próximo).
- $h$  = altura de la parte inferior de los vehículos sobre el plano de rodadura (véase el apéndice R.A).

<sup>(1)</sup> Las fórmulas se basan en el gálibo de material rodante para vías de las instalaciones de clasificación por gravedad, tal como se indica en el apéndice B3.

## Apéndice R.B3

## Localización de los frenos de vía y otros dispositivos de maniobra de lomos de asno de instalaciones de clasificación

Figura R.2

**Vías de apartado:**

En las vías de apartado de las instalaciones de clasificación por gravedad el valor  $R_{\min} = 500$  m, y la altura del gálibo de obstáculos sobre el plano de rodadura es de  $h = 0$  mm a todo lo ancho del gálibo del vehículo (= 1 700 mm desde el eje longitudinal de la vía). El área longitudinal donde  $h = 0$  se extiende desde el punto de 20 m anterior al área convexa de la parte superior del lomo de asno hasta el punto de 20 m posterior al área cóncava en la parte inferior del lomo de asno. El gálibo de obstáculos para la instalación de clasificación es válido fuera de esta zona (RAMO 2.9 y RAMO 2 anexo 2, en relación con el gálibo de las instalaciones de clasificación, y también RAMO 2 anexo 5 en relación con los aparatos de vía).

## Apéndice R.C

**Reducción del semiancho de acuerdo con el gálibo del vehículo FIN1 (fórmulas de reducción)**

## 1. Normas generales

Las dimensiones transversales de los vehículos calculadas de acuerdo con el gálibo del vehículo (apéndice R.A) deberán reducirse en las cantidades  $E_s$  o  $E_{u^*}$ , de modo que, cuando el vehículo esté en su posición menos favorable (sin inclinación sobre su suspensión) y en una vía de radio  $R = 150$  m, con un ancho de vía de 1,544 m, ninguna parte del vehículo sobresaldrá del semiancho del gálibo del vehículo FIN1 por más de  $(36/R+k)$  a partir del eje longitudinal de la vía.

El eje longitudinal del gálibo del vehículo coincide con el eje longitudinal de la vía, estando este último inclinado si la vía es peraltada.

Las reducciones se calculan de acuerdo con las fórmulas que figuran en el apartado 2.

## 2. Fórmulas de reducción (en metros)

## 2.1 Secciones entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos

$$E_s = \frac{an - n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{l-d}{2} + q + w_{iR} - \left( \frac{36}{R} + k \right)$$

$$E_{s\infty} = \frac{l-d}{2} + q + w_{\infty} - k$$

## 2.2 Secciones situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos (vehículos con voladizo)

$$E_u = \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left( \frac{l-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n+a}{a} - \left( \frac{36}{R} + k \right)$$

$$E_{u\infty} = \left( \frac{l-d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} - k$$

## Notaciones:

- $E_s$ ,  $E_{s\infty}$  = reducción del semiancho del gálibo para secciones transversales entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos. Los parámetros  $E_s$  y  $E_{s\infty}$  no deberán tenerse en cuenta a menos que sus valores sean positivos.
- $E_u$ ,  $E_{u\infty}$  = reducción del semiancho del gálibo para secciones transversales situadas más allá de los pivotes de los bogies o de los ejes extremos. Los parámetros  $E_u$  y  $E_{u\infty}$  no deberán tenerse en cuenta a menos que sus valores sean positivos.
- $a$  = distancia entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos <sup>(1)</sup>;
- $n$  = distancia entre la sección transversal considerada y el pivote de bogie más próximo, o el eje extremo más próximo o el pivote ficticio si el vehículo no tiene pivote fijo;
- $P$  = distancia entre ejes de los bogies;
- $q$  = es la suma de la holgura entre la caja de engrase y el propio eje y de la holgura posible entre la caja de engrase y el chasis del bogie medida desde la posición media con componentes desgastados al máximo;
- $w_{iR}$  = posible desplazamiento transversal del pivote de bogie y la cuna en relación con el chasis del bogie, o bien, para vehículos sin pivote de bogie, posible desplazamiento del chasis del bogie en relación con el chasis del vehículo medido desde la posición media hacia el lado interno de la curva (varía según el radio de la curva);
- $w_{aR}$  = como  $w_{iR}$ , pero hacia el exterior de la curva;
- $w_{\infty}$  = como  $w_{iR}$ , pero en una vía recta, desde la posición y media y hacia ambos lados;

<sup>(1)</sup> Si el vehículo no tiene un pivote de bogie real, los valores de  $a$  y  $n$  deberán determinarse en virtud de un pivote ficticio situado en la intersección de los ejes longitudinales del bogie y del chasis, situándose el vehículo en la posición media ( $0,026+q+w = 0$ ) de una vía curva de 150 m de radio. Si la distancia entre el pivote calculado de esta manera y el punto central del bogie se indica con la notación  $y$ , el término  $p^2$  deberá sustituirse por  $p^2 - y^2$  en las fórmulas de reducción.

- l = máximo ancho de vía en rectas y en curvas = 1,544 m;
- d = distancia entre pestañas de ruedas con desgaste máximo, medida 10 mm hacia fuera del círculo de rodadura = 1,492 m;
- R = radio de la curva;  
Si  $w$  es constante o varía linealmente de acuerdo con  $1/R$ , el radio a considerar es de 150 m.  
En casos excepcionales, deberá utilizarse el valor real de  $R \geq 150$  m, que ofrece la máxima reducción.
- K = protuberancia del gálibo admisible (que ha de aumentarse por la ampliación de  $36/R$  del gálibo del obstáculo) sin la inclinación debida a la flexibilidad de la suspensión;  
0 para  $h < 330$  mm en vehículos que puedan circular por frenos de vía (ver apéndice R.B1),  
0,060 m para  $h < 600$  mm,  
0,075 m para  $h \geq 600$  mm,
- h = altura sobre el plano de rodadura en la localización considerada, estando el vehículo en su posición más baja.

### 3. Valores de reducción

Deberá disminuirse el semiancho de las secciones transversales del vehículo:

#### 3.1 En secciones entre pivotes de bogie

Por el mayor de los valores  $E_s$  y  $E_{s00}$ .

#### 3.2 En secciones situadas más allá de los pivotes de bogie

Por el mayor de los valores  $E_u$  y  $E_{u00}$ .

---

## Apéndice R.D1

**Gálibo del estribo inferior del vehículo**

- 1 Esta norma se refiere al estribo utilizado para plataformas altas (550/1800) o bajas (265/1600).

Para evitar una separación inútilmente ancha entre el estribo y el borde de la plataforma y teniendo en cuenta el estribo inferior del vehículo y las plataformas altas (550/1800), el valor 1.700-E puede superarse en virtud del apéndice R. C, si se trata de un estribo fijo. En tal caso, deberán aplicarse los cálculos expresados a continuación, que permiten verificar que, aunque sobresalga, el estribo no alcance la plataforma. El coche deberá examinarse en su posición más baja en relación con el plano de rodadura.

- 2 Distancia entre el eje longitudinal de la vía y la plataforma:  $L = 1,800 + \frac{36}{R} - t$

- 3 Espacio necesario para el estribo:

- 3.1 Estribo situado entre pivotes de bogie:  $A_s = B + \frac{an-n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{l-d}{2} + q + w_{iR}$

- 3.2 Estribo situado más allá de los pivotes de bogie:

$$A_u = B + \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left( \frac{l-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n+a}{a}$$

- 4 Notaciones (valores en metros):

$A_s, A_u$	=	distancia entre el eje longitudinal de la vía y el borde exterior de un estribo;
$B$	=	distancia entre el eje longitudinal del vehículo y el borde exterior del estribo;
$a$	=	distancia entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos.
$n$	=	distancia de la sección transversal del estribo más alejada del pivote del bogie;
$p$	=	distancia entre ejes del bogie;
$q$	=	posible desplazamiento transversal debido a la holgura entre el eje y la caja de engrase más la holgura entre la caja de engrase y el chasis del bogie, midiendo desde la posición media con componentes desgastados al máximo;
$w_{iR}$	=	posible desplazamiento transversal del pivote de bogie y de la cuna, midiendo desde la posición media hacia la cara interna de la curva;
$w_{aR}$	=	como $w_{iR}$ , pero hacia el exterior de la curva;
$w_{iR/aR}$	=	valor máximo en la vía curva considerada (para estribos fijos); =0,005 m (para estribos controlados que se despliegan automáticamente a $v \leq 5$ km/h);
$l$	=	máximo ancho de vía en rectas y en curvas = 1,544 m;
$d$	=	distancia entre pestañas de ruedas con desgaste máximo, medida 10 mm hacia fuera del círculo de rodadura = 1,492 m;
$R$	=	radio de la curva = 500 m ... ∞;
$t$	=	tolerancia admisible (0,020 m) para el desplazamiento del carril hacia la plataforma entre dos acciones de mantenimiento.

- 5 Normas relativas a la distancia transversal entre el estribo y la plataforma:

- 5.1 La distancia  $AV = L - A_{s/lu}$  debe ser como mínimo de 0,020 m.

- 5.2 En una vía recta, con un coche en su posición media y una plataforma en su localización nominal, se considera que una distancia de 150 mm entre el vehículo y la plataforma es suficientemente pequeña. En cualquier caso, deberá intentarse establecer el menor valor posible para esta distancia. De lo contrario, se realizará la comprobación en una recta y en una curva, donde  $A_{s/lu}$  sea el valor máximo.

6 Comprobación del gálibo

La comprobación del gálibo para los estribos inferiores deberá realizarse en una vía recta y en una curva de 500 m, si el valor  $w$  es constante o varía de forma lineal de acuerdo con  $1/R$ . De lo contrario, deberá realizarse la comprobación en una recta y en una curva donde  $A_{s/ta}$  sea el valor máximo.

7 Presentación de los resultados

Las fórmulas utilizadas y los valores insertados y obtenidos deberán presentarse de manera fácilmente comprensible.

---

## Apéndice R.D2

**Gálibo de puertas que se abren hacia afuera y de estribos abiertos para vagones de viajeros y unidades acopladas**

- 1 Para evitar una separación inútilmente amplia entre el estribo y el borde de la plataforma, podrá superarse el valor 1.700-E (véase la Ficha UIC 560, apdo. 1.1.4.2) de conformidad con el apéndice R. C, en el diseño de una puerta de apertura hacia afuera con un estribo en posición abierta o cerrada, o cuando la puerta y el estribo se muevan entre posiciones de apertura y cierre. En este caso, deberán realizarse las comprobaciones que se detallan a continuación, entre otras cosas para demostrar que, a pesar del desplazamiento adicional, ni la puerta ni el estribo interfieren con los equipos fijos (RAMO 2.9, anexo 2). En los cálculos, el coche deberá examinarse en su posición más baja en relación con el plano de rodadura.

En lo que sigue, se entiende que el término «puerta» incluye también el estribo.

NOTA: También puede aplicarse el apéndice R. D2 para comprobar el espejo retrovisor exterior de una locomotora y de un vehículo motor, estando el retrovisor abierto. Durante el tráfico de línea normal, el espejo permanece cerrado en un hueco situado dentro del gálibo de la caja.

- 2  $L = AT + \frac{36}{R}$ —La distancia entre el eje longitudinal de la vía y el equipo fijo es la siguiente:

AT = 1,800 m si  $h < 600$  mm,

AT = 1,920 m si  $600 < h \leq 1\ 300$  mm,

AT = 2,000 m si  $h > 1\ 300$  mm,

- 3 Espacio necesario para la puerta:

- 3.1 Puerta situada entre pivotes de bogie:

$$O_s = B + \frac{an - n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{l-d}{2} + q + w_{iR}$$

- 3.2 Puerta situada más allá de los pivotes de bogie:

$$O_u = B + \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left( \frac{l-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n+a}{a}$$

Notación (valores en metros):

AT = distancia nominal entre el eje longitudinal de la vía y los equipos fijos (en una vía recta);

h = altura sobre el plano de rodadura en la localización considerada, estando el vehículo en su posición más baja;

$O_s, O_u$  = distancia admisible entre el eje longitudinal de la vía y el borde de la puerta, cuando ésta se encuentra en su posición más sobresaliente;

B = distancia admisible entre el eje longitudinal del vehículo y el borde de la puerta, cuando ésta se encuentra en su posición más sobresaliente;

a = distancia entre los pivotes de los bogies o entre los ejes extremos.

n = distancia de la sección transversal de la puerta más alejada del pivote del bogie;

p = distancia entre ejes de los bogies;

q = posible desplazamiento transversal debido a la holgura entre el eje y la caja de engrase más la holgura entre la caja de engrase y el chasis del bogie, midiendo desde la posición media con componentes desgastados al máximo;

$w_{iR}$  = posible desplazamiento transversal del pivote de bogie y de la cuna, midiendo desde la posición media hacia la cara interna de la curva;

$w_{aR}$  = como  $w_{iR}$ , pero hacia el exterior de la curva;

$w_{iR/aR}$  = 0,020 m, valor máximo para velocidades inferiores a 30 km/h (UIC 560);

l = máximo ancho de vía en rectas y en la curva considerada = 1,544 m;

d = distancia entre pestañas de ruedas con desgaste máximo, medida 10 mm hacia fuera del círculo de rodadura = 1,492 m;

- R = radio de la curva:  
para  $h < 600$  mm,  $R = 500$  m,  
para  $h \geq 600$  mm,  $R = 150$  m.
- t = tolerancia admisible (0,020 m) para el desplazamiento del carril hacia el equipo fijo entre dos acciones de mantenimiento.

4 Normas relativas a la distancia transversal entre la puerta y el equipo fijo:

La distancia  $OV = L - O_{s/lu}$  debe ser como mínimo de 0,020 m.

5 Comprobación del gálibo

Deberá comprobarse el gálibo de las puertas en una vía recta y en una curva de 500/150 m, si el valor  $w$  varía de forma lineal en virtud de  $1/R$ . De lo contrario, deberá realizarse la comprobación en una recta y en una curva donde  $O_{s/lu}$  sea el valor máximo.

6 Presentación de los resultados

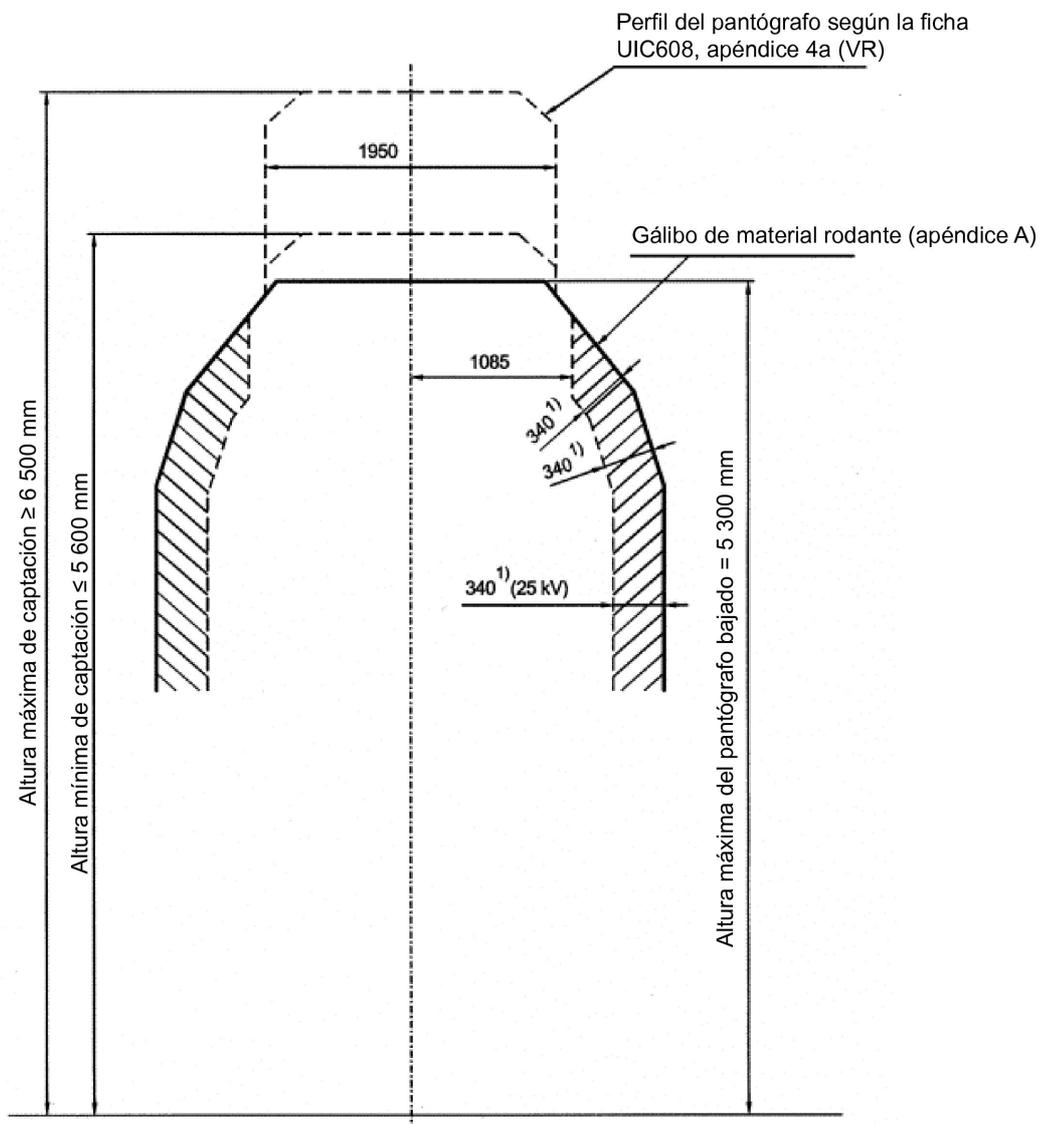
Las fórmulas utilizadas, así como los valores insertados y obtenidos deberán presentarse de manera fácilmente comprensible.

---

## Apéndice R. E

## Pantógrafo y piezas bajo tensión sin aislamiento

Figura R.3



No podrá colocarse en la zona rayada (25 kV) ninguna pieza bajo tensión que esté sin aislamiento.

- 1) Deberá añadirse el valor  $E_s$  o  $E_u$  en la dirección transversal de acuerdo con el apéndice R.C.