

Este texto es exclusivamente un instrumento de documentación y no surte efecto jurídico. Las instituciones de la UE no asumen responsabilidad alguna por su contenido. Las versiones auténticas de los actos pertinentes, incluidos sus preámbulos, son las publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, que pueden consultarse a través de EUR-Lex. Los textos oficiales son accesibles directamente mediante los enlaces integrados en este documento

► **B** **REGLAMENTO (UE) N° 1302/2014 DE LA COMISIÓN**
de 18 de noviembre de 2014
sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante
«locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en la Unión Europea
(Texto pertinente a efectos del EEE)
(DO L 356 de 12.12.2014, p. 228)

Modificado por:

		Diario Oficial		
		n°	página	fecha
► <u>M1</u>	Reglamento (UE) 2016/919 de la Comisión de 27 de mayo de 2016	L 158	1	15.6.2016
► <u>M2</u>	Reglamento de Ejecución (UE) 2018/868 de la Comisión de 13 de junio de 2018	L 149	16	14.6.2018
► <u>M3</u>	Reglamento de Ejecución (UE) 2019/776 de la Comisión de 16 de mayo de 2019	L 139I	108	27.5.2019
► <u>M4</u>	Reglamento de Ejecución (UE) 2020/387 de la Comisión de 9 de marzo de 2020	L 73	6	10.3.2020
► <u>M5</u>	Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1694 de la Comisión de 10 de agosto de 2023	L 222	88	8.9.2023

Rectificado por:

- **C1** Rectificación, DO L 10 de 16.1.2015, p. 45 (1302/2014)

▼B**REGLAMENTO (UE) N° 1302/2014 DE LA COMISIÓN****de 18 de noviembre de 2014****sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante «locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en la Unión Europea****(Texto pertinente a efectos del EEE)***Artículo 1*

Se aprueba la Especificación Técnica de Interoperabilidad («ETI») relativa al subsistema «material rodante, locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en toda la Unión Europea, tal como figura en el anexo.

Artículo 2

1. La ETI será de aplicación al subsistema de «material rodante» según lo establecido en el ►**M3** anexo II, punto 2.7, de la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾ ◀, que se utilice, o esté destinado a utilizarse, en la red ferroviaria definida en el punto 1.2 del anexo y que corresponda a uno de los siguientes tipos:

- a) las unidades autopropulsadas térmicas o eléctricas;
- b) las locomotoras o unidades de tracción térmicas o eléctricas;
- c) los coches de viajeros;
- d) ►**M5** vehículos especiales, tales como material rodante auxiliar ◀.

2. La ETI será de aplicación al material rodante al que se refiere el apartado 1 que esté destinado a utilizarse en uno o varios de los siguientes anchos de vía nominales: 1 435 mm, 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm y 1 668 mm, conforme al punto 2.3.2 del anexo.

Artículo 3

1. Sin perjuicio de los artículos 8 y 9, y del punto 7.1.1 del anexo, la ETI será de aplicación a todo el material rodante de nueva construcción del sistema ferroviario de la Unión, según define el artículo 2, apartado 1, que se ponga en servicio a partir del 1 de enero de 2015.

▼M4

2. La ETI no será de aplicación al material rodante existente en el sistema ferroviario de la Unión que ya se haya puesto en servicio en la red de cualquier Estado miembro, ya sea en toda la red o en una parte de ella, a fecha de 1 de enero de 2015, excepto cuando

- a) deba someterse a renovación o rehabilitación conforme al punto 7.1.2 del anexo del presente Reglamento, o

⁽¹⁾ Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea (DO L 138 de 26.5.2016, p. 44).

▼ M4

- b) el área de uso se amplíe de conformidad con el artículo 54, apartado 3, de la Directiva (UE) 2016/797, en cuyo caso se aplicarán las disposiciones del punto 7.1.4 del anexo del presente Reglamento.

▼ B

3. El ámbito técnico y geográfico del presente Reglamento se establece en las secciones 1.1 y 1.2 del anexo.
4. La instalación del sistema embarcado de medición de energía definido en la cláusula 4.2.8.2.8 del anexo será obligatoria para los vehículos nuevos, renovados o rehabilitados destinados a utilizarse en redes equipadas con el sistema de captación de datos (DCS) de energía instalado en la infraestructura, definido en el punto 4.2.17 del Reglamento (UE) n° 1301/2014 de la Comisión ⁽¹⁾.

*Artículo 4***▼ M3**

1. En relación con los aspectos enumerados como «puntos abiertos» en el apéndice I del anexo, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de los requisitos esenciales establecidos en el anexo III de la Directiva (UE) 2016/797 serán las establecidas en las normas nacionales en vigor en los Estados miembros que formen parte del área de uso de los vehículos objeto del presente Reglamento.

▼ B

2. En el plazo de seis meses desde la entrada en vigor del presente Reglamento, cada Estado miembro enviará a los demás Estados miembros y a la Comisión la siguiente información, a menos que se les haya remitido ya en virtud de la Decisión 2008/232/CE o la Decisión 2011/291/UE:

- a) las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;
- b) los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que deben seguirse en relación con la aplicación de las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;

▼ M3

- c) los organismos designados para llevar a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación con respecto a los puntos abiertos.

▼ B*Artículo 5***▼ M3**

1. En relación con los casos específicos enumerados en el punto 7.3 del anexo, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de los requisitos esenciales establecidos en el anexo III de la Directiva (UE) 2016/797 serán las establecidas en el punto 7.3 del anexo o en las normas nacionales en vigor en los Estados miembros que formen parte del área de uso de los vehículos objeto del presente Reglamento.

▼ B

2. En el plazo de seis meses a partir de la entrada en vigor del presente Reglamento, cada Estado miembro notificará a los demás Estados miembros y a la Comisión:

⁽¹⁾ Reglamento (UE) n° 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión (véase la página 179 del presente Diario Oficial).

▼ B

- a) las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;
- b) los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que deben seguirse en relación con la aplicación de las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;

▼ M3

- c) los organismos designados para llevar a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación con respecto a las normas nacionales relativas a los casos específicos que establece el punto 7.3 del anexo.

▼ B*Artículo 6*

1. Sin perjuicio de los acuerdos que ya hayan sido notificados en virtud de la Decisión 2008/232/CE de la Comisión, que no serán notificados de nuevo, los Estados miembros notificarán a la Comisión, en el plazo de seis meses a partir de la entrada en vigor del presente Reglamento, los acuerdos nacionales, bilaterales, multilaterales o internacionales existentes que rijan la utilización del material rodante que pertenezca al ámbito de aplicación del presente Reglamento.

2. Los Estados miembros comunicarán inmediatamente a la Comisión cualquier futuro acuerdo o modificación de un acuerdo existente.

Artículo 7

Conforme al artículo 9, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, cada Estado miembro comunicará a la Comisión, en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor del presente Reglamento, una lista de los proyectos que se están ejecutando en su territorio y se encuentran en fase avanzada de desarrollo.

▼ M5**▼ B***Artículo 9*

La declaración de verificación de un subsistema (a la que se refieren los ► **M3** artículos 13 a 15 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀) o la declaración de conformidad con el tipo de un nuevo vehículo (a la que se refiere el ► **M3** artículo 24 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀) o ambas, determinadas conforme a la Decisión 2008/232/CE o la Decisión 2011/291/UE, se considerarán válidas hasta que los Estados miembros decidan que el certificado de tipo o diseño debe renovarse conforme a dichas Decisiones.

Artículo 10

1. A efectos de adecuación al progreso tecnológico, pueden ser necesarias soluciones innovadoras que no cumplan las especificaciones contempladas en el anexo o para las cuales no puedan aplicarse los métodos de evaluación previstos en el mismo, o ambos casos. En tal caso deberán desarrollarse nuevas especificaciones o nuevos métodos de evaluación asociados a esas soluciones innovadoras, o ambos.

▼B

2. Las soluciones innovadoras pueden estar relacionadas con el subsistema de material rodante, sus partes y sus componentes de interoperabilidad.
3. Si se propone una solución innovadora, el fabricante o su representante autorizado en la Unión indicarán en qué se diferencia de las disposiciones pertinentes de la presente ETI o cómo las complementa y someterán tales diferencias al análisis de la Comisión. La Comisión podrá solicitar la opinión de la Agencia Ferroviaria Europea (la Agencia) acerca de la solución innovadora propuesta.
4. La Comisión emitirá un dictamen acerca de la solución innovadora propuesta. Si dicho dictamen resulta favorable, se elaborarán las especificaciones funcionales y de interfaz así como el método de evaluación necesarios para su inclusión en la ETI a fin de permitir el uso de esta solución innovadora y, posteriormente, se integrarán en la ETI durante el proceso de revisión conforme al ►**M3** artículo 5 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀. Si el dictamen resulta desfavorable, la solución innovadora propuesta no podrá aplicarse.
5. En espera de la revisión de la ETI, el dictamen favorable emitido por la Comisión se considerará un medio aceptable de cumplimiento de los requisitos esenciales de la ►**M3** Directiva (UE) 2016/797 ◀ y, por consiguiente, será admisible a efectos de evaluación del subsistema.

Artículo 11

1. Quedan derogadas, con efecto a partir del 1 de enero de 2015, las Decisiones 2008/232/CE y 2011/291/UE.

▼M5

No obstante, seguirán siendo de aplicación a:

▼B

- a) los subsistemas autorizados conforme a dichas Decisiones;
- b) los casos a los que se refiere el artículo 9 del presente Reglamento.

▼M5

▼M3

4. Los Estados miembros podrán permitir solo en casos debidamente justificados que los solicitantes no apliquen el presente Reglamento o partes del mismo, de acuerdo con el artículo 7, apartado 1, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797, en los proyectos para los que exista o haya expirado la posibilidad de aplicar los puntos 7.1.1.2 o 7.1.3.1 del anexo. La aplicación de los puntos 7.1.1.2 o 7.1.3.1 del anexo no requiere la aplicación del artículo 7, apartado 1, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797.

▼B*Artículo 12*

El presente Reglamento entrará en vigor el vigésimo día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

▼B

Será aplicable a partir del 1 de enero de 2015. No obstante, antes del 1 de enero de 2015 podrá autorizarse la puesta en servicio conforme a la ETI según establece el anexo del presente Reglamento.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

▼B*ANEXO*

1. Introducción
 - 1.1. Ámbito técnico
 - 1.2. Ámbito geográfico
 - 1.3. Contenido de la presente ETI
2. Subsistema de material rodante y funciones
 - 2.1. El subsistema de material rodante como parte del sistema ferroviario de la Unión
 - 2.2. Definiciones relacionadas con el material rodante
 - 2.2.1. Formación de tren
 - 2.2.2. Material rodante
 - 2.3. Material rodante al que se aplica la presente ETI
 - 2.3.1. Tipos de material rodante
 - 2.3.2. Ancho de vía
 - 2.3.3. Velocidad máxima
3. Requisitos esenciales
 - 3.1. Elementos del subsistema de material rodante correspondientes a los requisitos esenciales
 - 3.2. Requisitos esenciales no cubiertos por la presente ETI
4. Caracterización del subsistema de material rodante
 - 4.1. Introducción
 - 4.1.1. Aspectos generales
 - 4.1.2. Descripción del material rodante al que se aplica la presente ETI
 - 4.1.3. Principales categorías del material rodante para la aplicación de los requisitos de la ETI
 - 4.1.4. Categorización del material rodante para la seguridad contra incendios
 - 4.2. Especificación funcional y técnica del subsistema
 - 4.2.1. Aspectos generales
 - 4.2.2. Estructura y partes mecánicas
 - 4.2.3. Interacción con la vía y gálibo
 - 4.2.4. Frenado
 - 4.2.5. Elementos relativos a los viajeros
 - 4.2.6. Condiciones ambientales y efectos aerodinámicos
 - 4.2.7. Iluminación exterior y dispositivos de aviso acústico y visual
 - 4.2.8. Equipo de tracción y eléctrico
 - 4.2.9. Cabina de conducción e interfaz hombre-máquina
 - 4.2.10. Seguridad contra incendios y evacuación
 - 4.2.11. Mantenimiento diario
 - 4.2.12. Documentación para la explotación y el mantenimiento
 - 4.2.13. Requisitos de la interfaz con la Operación Automatizada de Trenes a bordo
 - 4.3. Especificación funcional y técnica de las interfaces

▼ B

- 4.3.1. Interfaz con el subsistema de energía
- 4.3.2. Interfaz con el subsistema de infraestructura
- 4.3.3. Interfaz con el subsistema de explotación
- 4.3.4. Interfaz con el subsistema de control-mando y señalización
- 4.3.5. Interfaz con el subsistema de aplicaciones telemáticas
- 4.4. Normas de explotación
- 4.5. Normas de mantenimiento
- 4.6. Competencias profesionales
- 4.7. Condiciones de salud y seguridad
- 4.8. Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos
- 4.9. Comprobaciones de la compatibilidad con la ruta previos al uso de vehículos autorizados
- 5. Componentes de interoperabilidad
- 5.1. Definición
- 5.2. Soluciones innovadoras
- 5.3. Especificación del componente de interoperabilidad
- 5.3.1. Acoplador automático de tope central
- 5.3.2. Enganche final manual
- 5.3.3. Enganches de rescate
- 5.3.4. Ruedas

▼ M3

- 5.3.4a. Sistemas automáticos de cambio de ancho

▼ B

- 5.3.5. Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (WSP)
- 5.3.6. Focos de cabeza
- 5.3.7. Luces de posición
- 5.3.8. Luces de cola
- 5.3.9. Bocinas
- 5.3.10. Pantógrafo
- 5.3.11. Frotadores
- 5.3.12. Disyuntor principal
- 5.3.13. Asiento del maquinista
- 5.3.14. Conexión de la descarga de aseos
- 5.3.15. Conexión de entrada para depósitos de agua
- 6. Evaluación de la conformidad o la idoneidad para el uso y verificación «CE»
- 6.1. Componentes de interoperabilidad
- 6.1.1. Evaluación de la conformidad
- 6.1.2. Aplicación de módulos
- 6.1.3. Procedimientos de evaluación particulares para componentes de interoperabilidad
- 6.1.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación
- 6.1.5. Soluciones innovadoras
- 6.1.6. Evaluación de la idoneidad para el uso
- 6.2. Subsistema de material rodante
- 6.2.1. Verificación «CE» (aspectos generales)
- 6.2.2. Aplicación de módulos

▼B

- 6.2.3. Procedimientos particulares de evaluación de subsistemas
- 6.2.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación
- 6.2.5. Soluciones innovadoras
- 6.2.6. Evaluación de la documentación solicitada para la explotación y el mantenimiento
- 6.2.7. Evaluación de las unidades destinadas a utilizarse en explotación general
- 6.2.8. Evaluación de las unidades destinadas a utilizarse en formaciones predefinidas
- 6.2.9. Caso particular: evaluación de las unidades destinadas a una formación fija existente
- 6.2.10. Verificación CE cuando el ETCS se instale a bordo de un material rodante / tipo de material rodante
- 6.2.11. Verificación CE relativa al material rodante / tipo de material rodante cuando se instale la ATO a bordo
- 6.3. Mantenimiento de subsistemas que incluyan componentes de interoperabilidad que no dispongan de una declaración CE
- 7. Aplicación
 - 7.1. Normas generales de aplicación
 - 7.1.1. Aspectos generales
 - 7.1.1.1. Aplicación a material rodante de nueva construcción
 - 7.1.1.2. Aplicación a proyectos en curso
 - 7.1.1.3. Aplicación a vehículos especiales
 - 7.1.1.4. Medida transitoria para el requisito de seguridad contra incendios
 - 7.1.1.5. Condiciones para disponer de una autorización de tipo de vehículo y/o una autorización de puesta en el mercado de coches de viajeros que no estén limitadas a un área de uso concreta
 - 7.1.2. Cambios en el material rodante en explotación o en un tipo de material rodante existente
 - 7.1.2.1. Introducción
 - 7.1.2.2. Normas para gestionar cambios en el material rodante y el tipo de material rodante
 - 7.1.2.2a. Normas particulares aplicables al material rodante en explotación que no esté cubierto por una declaración CE de verificación con una primera autorización para su puesta en servicio antes del 1 de enero de 2015
 - 7.1.2.2b. Normas particulares aplicables a los vehículos modificados para comprobar el rendimiento o la fiabilidad de las innovaciones tecnológicas durante un período de tiempo limitado
 - 7.1.3. Normas relativas a los certificados de examen CE de tipo o de diseño
 - 7.1.3.1. Subsistema de material rodante
 - 7.1.3.2. Componentes de interoperabilidad
 - 7.1.4. Normas para la ampliación del área de uso del material rodante que tenga una autorización de conformidad con la Directiva 2008/57/CE o esté en funcionamiento desde antes del 19 de julio de 2010
 - 7.1.5. Requisitos de preinstalación para nuevos diseños de material rodante en los que el ETCS todavía no se haya instalado
 - 7.2. Compatibilidad con otros subsistemas
 - 7.3. Casos específicos
 - 7.3.1. Aspectos generales
 - 7.3.2. Lista de casos específicos
 - 7.4. Condiciones ambientales específicas
 - 7.5. Aspectos que han de tenerse en cuenta en el proceso de revisión o en otras actividades de la Agencia
 - 7.5.1. Aspectos relacionados con un parámetro básico de la presente ETI
 - 7.5.2. Aspectos no relacionados con un parámetro básico en la presente ETI, pero objeto de proyectos de investigación

▼B

- APÉNDICE A — No se utiliza
- APÉNDICE B — Perfil «T» del ancho de vía de 1 520 mm
- APÉNDICE C — Disposiciones especiales para el material rodante auxiliar
- APÉNDICE D — No se utiliza
- APÉNDICE E — Medidas antropométricas del maquinista
- APÉNDICE F — Visibilidad delantera
- APÉNDICE G — Mantenimiento diario
- APÉNDICE H — Evaluación del subsistema de material rodante
- APÉNDICE I — Aspectos para los cuales no se dispone de especificación técnica (puntos abiertos)
- APÉNDICE J — Especificaciones técnicas a las que se refiere la presente ETI
- APÉNDICE J-1 — Normas o documentos normativos
- APÉNDICE J-2 — Documentos técnicos
- APÉNDICE K — Proceso de validación de nuevas piezas de extremo del freno de vía magnético (MTB)
- APÉNDICE L — Cambios en los requisitos y regímenes transitorios

▼ M5

1. INTRODUCCIÓN

Una especificación técnica de interoperabilidad (ETI) es una especificación de la que es objeto un subsistema, o parte de él, tal como se define en el artículo 2, apartado 11, de la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾.

▼ B1.1. **Ámbito técnico**

La presente especificación técnica de interoperabilidad (ETI) se aplica a un subsistema determinado con el fin de dar cumplimiento a los requisitos esenciales y asegurar la interoperabilidad del sistema ferroviario de la Unión conforme a los términos del ► **M3** artículo 1 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀.

El subsistema en cuestión es el material rodante del sistema ferroviario de la Unión al que se refiere el ► **M3** sección 2.7 del anexo II de la Directiva (UE) 2016/797 ◀.

La presente ETI se aplica al material rodante:

— que se utilice (o esté destinado a utilizarse) en la red ferroviaria definida en la sección 1.2, «Ámbito geográfico», de la presente ETI,

y

— que sea de uno de los siguientes tipos (según define el ► **M3** sección 2 del anexo I de la Directiva (UE) 2016/797 ◀):

- unidades autopropulsadas térmicas o eléctricas,
- locomotoras o unidades de tracción térmicas o eléctricas,
- coches de viajeros,
- material rodante auxiliar para la construcción de infraestructuras ferroviarias y el mantenimiento.

El material rodante de los tipos mencionados en el ► **M3** artículo 1, apartados 3 y 4, de la Directiva (UE) 2016/797 ◀ queda fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI:

- metros, tranvías y otros vehículos ferroviarios ligeros,
- vehículos para la prestación de servicios de viajeros a escala local, urbana y suburbana en redes aisladas funcionalmente del resto del sistema ferroviario,
- vehículos utilizados exclusivamente en infraestructuras ferroviarias de propiedad privada que existan únicamente para ser utilizadas por su propietario para sus propias operaciones de transporte de mercancías,
- vehículos reservados para uso estrictamente local, histórico o turístico.

En el capítulo 2 se define de manera pormenorizada el material rodante al que se aplica la presente ETI.

▼ M51.2. **Ámbito geográfico**

La presente ETI se aplica al sistema ferroviario de la Unión.

⁽¹⁾ Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea (DO L 138 de 26.5.2016, p. 44).

▼M51.3. **Contenido de la presente ETI**

De conformidad con el artículo 4, apartado 3, de la Directiva (UE) 2016/797, la presente ETI cubre el subsistema de material rodante «Locomotoras y material rodante de viajeros».

▼B

2. SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE Y FUNCIONES

▼M52.1. **El subsistema de material rodante como parte del sistema ferroviario de la Unión**

El sistema ferroviario de la Unión se ha dividido en subsistemas con arreglo a lo dispuesto en el anexo II de la Directiva (UE) 2016/797.

El subsistema «Locomotoras y material rodante de viajeros» tiene interfaces con otros subsistemas del sistema ferroviario de la Unión. Tales interfaces se consideran en el marco de un sistema integrado que cumple todas las ETI aplicables.

Hay otras ETI que describen aspectos específicos del sistema ferroviario y que afectan a varios subsistemas, entre ellos el subsistema de material rodante.

Los requisitos del subsistema de material rodante establecidos en el Reglamento (UE) n.º 1300/2014 de la Comisión ⁽¹⁾ («ETI de personas con movilidad reducida») y en el Reglamento (UE) n.º 1304/2014 de la Comisión ⁽²⁾ («ETI de ruido») no se repiten en la presente ETI. Esas ETI se aplican al subsistema «Locomotoras y material rodante de viajeros» conforme a sus respectivos ámbitos de aplicación y normas de aplicación.

▼B2.2. **Definiciones relacionadas con el material rodante**

A los efectos de la presente ETI, se aplican las siguientes definiciones:

2.2.1. *Formación de tren:*

- a) Por «unidad» se entiende el término genérico utilizado para referirse al material rodante al que se aplica la presente ETI y, por tanto, sujeto a una verificación «CE».
- b) Una unidad puede estar compuesta por varios «vehículos», tal como se define en el ►M3 punto 3 del artículo 2 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀. Considerando el alcance de la presente ETI, el uso del término «vehículo» en la misma se limita al subsistema de material rodante según se define en el capítulo 1.
- c) Por «tren» se entiende una formación en condiciones de servicio que consta de una o más unidades.

⁽¹⁾ Reglamento (UE) n.º 1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida (DO L 356 de 12.12.2014, p. 110).

⁽²⁾ Reglamento (UE) n.º 1304/2014 de la Comisión, de 26 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad aplicable al subsistema «material rodante-ruido» y por el que se modifica la Decisión 2008/232/CE y se deroga la Decisión 2011/229/UE (DO L 356 de 12.12.2014, p. 421).

▼ B

- d) Por «tren de viajeros» se entiende una formación en condiciones de servicio accesible a los viajeros (un tren formado de vehículos de viajeros pero no accesible a estos no se considera un tren de viajeros).
- e) Por «formación fija» se entiende una formación de tren que solo puede reconfigurarse en un entorno de taller.
- f) Por «formación predefinida» se entiende una formación de tren o varias formaciones de trenes compuestas de varias unidades acopladas entre sí; esta formación se define en la fase de diseño y puede reconfigurarse durante la explotación.

▼ M5

- g) «Explotación múltiple»: formación en condiciones de servicio que consta de una o más unidades, que pueden ser:
 - ramas de tren diseñadas de tal manera que varias de ellas (del tipo sujeto a evaluación) puedan acoplarse entre sí para circular como un tren único controlado desde una cabina de conducción,
 - locomotoras diseñadas de tal manera que varias de ellas (del tipo sujeto a evaluación) puedan incluirse en un tren único controlado desde una cabina de conducción.

▼ B

- h) «Explotación general»: una unidad está diseñada para explotación general cuando está destinada a acoplarse con otra unidad u otras unidades en una formación de tren que no está definida en la fase de diseño.

▼ M3

2.2.2.

Material rodante:

Las siguientes definiciones se clasifican en los tres grupos definidos en la sección 2 del anexo I de la Directiva (UE) 2016/797.

- A) Locomotoras y material rodante utilizado en el transporte de viajeros, incluidas las unidades motrices térmicas o eléctricas, los trenes de pasajeros automotores térmicos o eléctricos y los coches de viajeros;

1) **Unidades motrices térmicas o eléctricas**

Una «locomotora» es un vehículo de tracción (o una combinación de varios vehículos) que no está destinada a transportar una carga útil y que puede desacoplarse de un tren en condiciones normales de servicio y circular de manera independiente.

Un «tractor de maniobras» es una unidad de tracción que se usa solo en zonas de maniobras, estaciones y depósitos.

La tracción en un tren también puede proporcionarla un vehículo de tracción con o sin cabina de conducción que no está destinado a desacoplarse en condiciones normales de servicio. Este vehículo se denomina «unidad de tracción» (o «vehículo motor») en general o «cabeza tractora» cuando se sitúa en un extremo de la rama y está equipado con una cabina de conducción.

▼ **M3**2) ► **M5** Ramas de tren autopropulsadas térmicas o eléctricas ◀

Una «rama de tren» es una formación fija que puede circular como un tren; por definición no está destinada a ser reconfigurada, excepto en un entorno de taller. Está compuesta solo de vehículos motorizados o bien de vehículos motorizados y no motorizados.

Una «unidad múltiple eléctrica y/o diésel» es una rama de tren en la que todos los vehículos pueden llevar carga útil (viajeros o equipaje/correo o mercancías).

Un «automotor» es un vehículo que puede circular de manera autónoma y transportar una carga útil (viajeros o equipaje/correo o mercancías).

Un «tren-tranvía» es un vehículo diseñado para su uso combinado en infraestructuras de sistemas ferroviarios ligeros e infraestructuras de sistemas ferroviarios pesados;

3) **Coches de viajeros y otros coches relacionados con estos**

Un «coche» es un vehículo sin tracción en una formación fija o variable capaz de transportar viajeros (por extensión, los requisitos aplicables a los coches según la presente ETI se considera que se aplican también a los vagones restaurante, coches-cama, coches-litera, etc.).

Un «furgón» es un vehículo sin tracción capaz de transportar una carga útil no consistente en viajeros, como por ejemplo equipaje o correo, y prevista para integrarse en una formación fija o variable destinada al transporte de viajeros.

Un «remolque de conducción» es un vehículo sin tracción equipado con una cabina de conducción.

Un coche podrá estar equipado con una cabina de conducción; en tal caso se denominará coche de conductor.

Un furgón puede ir equipado con una cabina de conducción y en ese caso se denomina «furgón de conducción».

Un «vagón de transporte» de automóviles es un vehículo sin tracción capaz de transportar automóviles sin sus pasajeros y destinado a integrarse en un tren de viajeros.

Una «composición fija de coches» es una formación de varios coches acoplados «semipermanentemente» o que puede reconfigurarse solo cuando está fuera de servicio.

▼ **M5**

B) Vagones de mercancías, incluidos los vehículos de piso rebajado diseñados para toda la red y los vehículos diseñados para el transporte de camiones.

Estos vehículos están fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI. Están regulados por el Reglamento (UE) n.º 321/2013 de la Comisión ⁽¹⁾ («ETI de vagones»).

⁽¹⁾ Reglamento (UE) n.º 321/2013 de la Comisión, de 13 de marzo de 2013, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema «material rodante-vagones de mercancías» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2006/861/CE (DO L 104 de 12.4.2013, p. 1).

▼ M5

C) Vehículos especiales

Los vehículos especiales, tales como el material rodante auxiliar, se clasifican en la Decisión de Ejecución (UE) 2018/1614 de la Comisión⁽¹⁾, sobre el registro europeo de vehículos. Pueden agruparse en los siguientes subconjuntos:

- i) El material rodante auxiliar son vehículos especialmente diseñados para la construcción y el mantenimiento de las vías e infraestructuras.
- ii) Los vehículos de inspección de infraestructuras se utilizan para controlar el estado de las infraestructuras.
- iii) Los vehículos medioambientales son vehículos diseñados para mantener las vías despejadas en determinadas condiciones ambientales, como las máquinas para quitar la nieve.
- iv) Los vehículos de emergencia son vehículos diseñados para un uso de emergencia específico, como la evacuación, la extinción de incendios o la recuperación de trenes (incluidas las grúas de avería).
- v) Los vehículos ferrocarril-carretera (bimodales) son máquinas autopropulsadas que pueden desplazarse por raíles y por carretera.

Los vehículos especiales pueden utilizarse en uno o varios de los modos siguientes: modo de trabajo, modo de desplazamiento y modo de circulación, como vehículos autopropulsados o remolcados.

▼ B2.3. **Material rodante al que se aplica la presente ETI****▼ M3**2.3.1. *Tipos de material rodante*

A continuación se detalla el ámbito de aplicación de la presente ETI con respecto al material rodante, clasificado en los tres tipos definidos en la sección 2 del anexo I de la Directiva (UE) 2016/797:

A) Las locomotoras y el material rodante utilizado en el transporte de viajeros, incluidas las unidades motrices térmicas o eléctricas, los trenes automotores térmicos o eléctricos, y los coches de viajeros

1) **Unidades motrices térmicas o eléctricas**

Este tipo de material rodante incluye los vehículos de tracción que no pueden transportar una carga útil, tales como las locomotoras o los vehículos motores térmicos o eléctricos.

Los vehículos de tracción afectados están destinados al transporte de mercancías y/o de viajeros.

Exclusión del ámbito de aplicación:

Los tractores de maniobras (según se definen en la sección 2.2) quedan fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI. Cuando estén destinados a ser operados en la red ferroviaria de la Unión (circulación entre zonas de maniobras, estaciones y complejos ferroviarios), será aplicable el artículo 1, apartado 4, letra b) de la Directiva (UE) 2016/797.

⁽¹⁾ Decisión de Ejecución (UE) 2018/1614 de la Comisión, de 25 de octubre de 2018, por la que se establecen especificaciones para los registros de vehículos contemplados en el artículo 47 de la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica y deroga la Decisión 2007/756/CE de la Comisión, C(2018) 6929 (DO L 268 de 26.10.2018, p. 53).

▼ M3

2) Trenes de pasajeros automotores térmicos o eléctricos;

Este tipo incluye cualquier tren en una formación fija o predefinida compuesta de vehículos de viajeros y/o de vehículos que no lleven viajeros.

Algunos vehículos del tren llevan instalado equipo de tracción térmica o eléctrica y el tren va equipado con una cabina de conducción.

Exclusión del ámbito de aplicación:

De acuerdo con el artículo 1, apartado 3, el artículo 1, apartado 4, letra d), y el artículo 1, apartado 5, de la Directiva (UE) 2016/797, el siguiente material rodante se excluirá del ámbito de aplicación de la ETI:

- Material rodante destinado a operar en redes locales, urbanas y suburbanas separadas funcionalmente del resto del sistema ferroviario.
- Material rodante utilizado principalmente en la infraestructura de los ferrocarriles ligeros y que esté equipado con algunos componentes de los vehículos ferroviarios pesados que sean necesarios para permitir que se efectúe el tránsito que deba efectuarse por una sección restringida y limitada de la infraestructura ferroviaria pesada únicamente a efectos de conectividad.
- Trenes-tranvía.

3) Coches de viajeros y otros coches relacionados con estos

Coches de viajeros

Este tipo incluye vehículos sin tracción que transportan viajeros (coches, según define la sección 2.2) y circulan en una formación variable con vehículos de la categoría «unidades de tracción térmicas o eléctricas» que aportan la función de tracción, definidas anteriormente.

Vehículos que no transportan viajeros incluidos en un tren de viajeros:

Este tipo incluye los vehículos sin tracción incluidos en trenes de viajeros (por ejemplo, furgones postales o de equipaje, vagones de transporte de automóviles, vehículos de servicio...); como vehículos relacionados con el transporte de viajeros, pertenecen al ámbito de aplicación de la presente ETI.

▼ M5

- B) Los vagones de mercancías, incluidos los vehículos de piso rebajado diseñados para toda la red y los vehículos diseñados para el transporte de camiones, quedan fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI, pero sí están cubiertos por la ETI de vagones, incluso cuando están incluidos en un tren de viajeros (la composición del tren es, en este caso, una cuestión operativa).

Los vehículos destinados a transportar automóviles, aun cuando haya personas a bordo de esos automóviles, quedan fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI.

C) Vehículos especiales

Los vehículos especiales entran en el ámbito de aplicación de la presente ETI y deberán demostrar el cumplimiento de los requisitos de la presente ETI cuando estén en modo de circulación y cuando:

- 1) circulen por los raíles sobre sus propias ruedas (en modo de circulación, autopropulsado o remolcado); y

▼ M5

- 2) estén diseñados y previstos para ser detectados por un sistema de detección de trenes instalado en tierra para la gestión del tráfico.

Los requisitos específicos establecidos en el capítulo 4 y en el apéndice C para el material rodante auxiliar también son aplicables a los vehículos de inspección de infraestructuras, salvo que estén diseñados para integrarse en un tren de viajeros de formación fija; en tal caso se considerarán vehículos que no transportan viajeros según se definen en la letra A), punto 3.

Los vehículos ferrocarril-carretera quedan excluidos del ámbito de aplicación de la presente ETI.

▼ B2.3.2. *Ancho de vía*

La presente ETI es aplicable al material rodante que está destinado a utilizarse en redes con un ancho de vía de 1 435 mm, o en uno de los siguientes anchos de vía nominales: 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm y 1 668 mm.

2.3.3. *Velocidad máxima*

Teniendo en cuenta el sistema ferroviario integrado, compuesto por varios subsistemas (en particular instalaciones fijas; véase la sección 2.1), se considera que la velocidad máxima de diseño del material rodante será inferior o igual a 350 km/h.

En caso de que la velocidad máxima de diseño sea superior a 350 km/h, se aplicará esta especificación técnica, pero deberá complementarse, para los rangos de velocidades superiores a 350 km/h (o la velocidad máxima relativa a un parámetro concreto, cuando así se especifique en el punto pertinente de la sección 4.2) hasta la velocidad máxima de diseño, mediante la aplicación del procedimiento para soluciones innovadoras, descrito en el artículo 10.

3. REQUISITOS ESENCIALES

▼ M53.1. **Elementos del subsistema de material rodante correspondientes a los requisitos esenciales**

El cuadro siguiente indica los requisitos esenciales, según se establecen y se numeran en el anexo III de la Directiva (UE) 2016/797, que se tienen en consideración en las especificaciones establecidas en el capítulo 4.

Elementos del material rodante correspondientes a requisitos esenciales

Nota: Solo se enumeran los puntos del punto 4.2 que contienen requisitos.

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.2.2.2	Enganche interno	1.1.3 2.4.1					
4.2.2.2.3	Enganche final	1.1.3 2.4.1					
4.2.2.2.4	Enganche de rescate		2.4.2			2.5.3	
4.2.2.2.5	Acceso del personal para el enganche y el desenganche	1.1.5		2.5.1		2.5.3	
4.2.2.3	Pasarelas	1.1.5					

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.2.4	Resistencia de la estructura del vehículo	1.1.3 2.4.1					
4.2.2.5	Seguridad pasiva	2.4.1					
4.2.2.6	Elevación y levante con gatos					2.5.3	
4.2.2.7	Fijación de dispositivos en la estructura del vehículo	1.1.3					
4.2.2.8	Puertas de acceso para el personal y la carga	1.1.5 2.4.1					
4.2.2.9	Características mecánicas de los cristales	2.4.1					
4.2.2.10	Condiciones de carga y masa	1.1.3					
4.2.3.1	Gálibo					2.4.3	
4.2.3.2.1	Parámetro de carga por eje					2.4.3	
4.2.3.2.2	Carga por rueda	1.1.3					
4.2.3.3.1	Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	1.1.1				2.4.3 2.3.2	
4.2.3.3.2	Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes	1.1.1	1.2				
4.2.3.4.1	Seguridad contra el descarrilamiento en la circulación por vías alabeadas	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.4.2	Comportamiento dinámico en circulación	1.1.1 1.1.2				2.4.3 2.3.2	
4.2.3.4.2.1	Valores límite para la seguridad en circulación	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.4.2.2	Valores límite del esfuerzo sobre la vía					2.4.3	

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.3.4.3	Conicidad equivalente	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.4.3.1	Valores de diseño de los perfiles de rueda nueva	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.4.3.2	Valores en servicio de la conicidad equivalente del eje montado	1.1.2	1.2			2.4.3	
4.2.3.5.1	Diseño estructural del bastidor del <i>bo-gie</i>	1.1.1 1.1.2					
4.2.3.5.2.1	Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.5.2.2	Características mecánicas y geométricas de las ruedas	1.1.1 1.1.2					
4.2.3.5.3	Sistemas automáticos de cambio de ancho	1.1.1 1.1.2, 1.1.3	1.2			1.5	
4.2.3.6	Radio mínimo de curva	1.1.1 1.1.2				2.4.3	
4.2.3.7	Protección quitapiédras	1.1.1					
4.2.4.2.1	Frenado: requisitos funcionales	1.1.1 2.4.1	2.4.2			1.5	
4.2.4.2.2	Frenado: requisitos de seguridad	1.1.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.3	Tipo de sistema de freno					2.4.3 2.3.2	
4.2.4.4.1	Mando de freno de emergencia	2.4.1				2.4.3 2.3.2	
4.2.4.4.2	Mando de freno de servicio					2.4.3 2.3.2	
4.2.4.4.3	Mando de freno directo					2.4.3	
4.2.4.4.4	Mando de freno dinámico	1.1.3				2.3.2	
4.2.4.4.5	Mando de freno de estacionamiento					2.4.3	
4.2.4.5.1	Prestaciones de frenado: requisitos generales	1.1.1 2.4.1	2.4.2			1.5	

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.4.5.2	Frenado de emergencia	1.1.2 2.4.1				2.4.3 2.3.2	
4.2.4.5.3	Frenado de servicio					2.4.3 2.3.2	
4.2.4.5.4	Cálculos relacionados con la capacidad térmica	2.4.1				2.4.3	
4.2.4.5.5	Freno de estacionamiento	2.4.1				2.4.3	
4.2.4.6.1	Límite del perfil de adherencia rueda-carril	2.4.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.6.2	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas	2.4.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.7	Freno dinámico: sistemas de frenado ligados al sistema de tracción	2.4.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.8.1.	Sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia: aspectos generales	2.4.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.8.2	Freno de vía magnético					2.4.3 2.3.2	
4.2.4.8.3	Freno de Foucault					2.4.3 2.3.2	
4.2.4.9	Estado del freno e indicación de avería	1.1.1	1.2 2.4.2				
4.2.4.10	Requisitos de frenado con fines de rescate		2.4.2				
4.2.5.1	Sistemas sanitarios				1.4.1		
4.2.5.2	Sistema de comunicación sonora	2.4.1					
4.2.5.3	Alarma de viajeros	2.4.1					
4.2.5.4	Dispositivos de comunicación para viajeros	2.4.1					
4.2.5.5	Puertas exteriores: entrada al material rodante y salida de este	2.4.1				2.3.2	
4.2.5.6	Puertas exteriores: construcción del sistema	1.1.3 2.4.1					

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.5.7	Puertas entre unidades	1.1.5					
4.2.5.8	Calidad del aire interior			1.3.2			
4.2.5.9	Ventanas laterales	1.1.5					
4.2.6.1	Condiciones ambientales		2.4.2				
4.2.6.2.1	Efecto estela en los viajeros situados en el andén y en los trabajadores situados junto a la vía	1.1.1		1.3.1			
4.2.6.2.2	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren					2.4.3	
4.2.6.2.3	Variaciones máximas de presión en los túneles					2.4.3	
4.2.6.2.4	Viento transversal	1.1.1					
4.2.6.2.5	Efecto aerodinámico en vía con balasto	1.1.1				2.4.3	
4.2.7.1.1	Focos de cabeza					2.4.3 2.3.2	
4.2.7.1.2	Luces de posición	1.1.1				2.4.3	
4.2.7.1.3	Luces de cola	1.1.1				2.4.3	
4.2.7.1.4	Mandos de las luces					2.4.3	
4.2.7.2.1	Bocina: aspectos generales	1.1.1				2.4.3 2.6.3	
4.2.7.2.2	Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia	1.1.1		1.3.1			
4.2.7.2.3	Protección					2.4.3	
4.2.7.2.4	Mando de la bocina	1.1.1				2.4.3	
4.2.8.1	Prestaciones de tracción					2.4.3 2.6.3 2.3.2	
4.2.8.2 4.2.8.2.1 a 4.2.8.2.9	Alimentación eléctrica					1.5 2.4.3 2.3.2	

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.8.2.10	Protección eléctrica del tren	2.4.1					
4.2.8.4	Protección contra los riesgos eléctricos	2.4.1					
4.2.9.1.1	Cabina de conducción: aspectos generales	—	—	—	—	—	
4.2.9.1.2	Entrada y salida	1.1.5				2.4.3	
4.2.9.1.3	Visibilidad exterior	1.1.1				2.4.3 2.3.2	
4.2.9.1.4	Distribución interior	1.1.5					
4.2.9.1.5	Asiento del maquinista			1.3.1			
4.2.9.1.6	Pupitre de conducción: ergonomía	1.1.5		1.3.1		2.3.2	
4.2.9.1.7	Control de la climatización y calidad del aire			1.3.1			
4.2.9.1.8	Iluminación interior					2.6.3	
4.2.9.2.1	Parabrisas: características mecánicas	2.4.1					
4.2.9.2.2	Parabrisas: características ópticas					2.4.3 2.3.2	
4.2.9.2.3	Parabrisas: equipo					2.4.3	
4.2.9.3.1	Función de control de la actividad del maquinista	1.1.1				2.6.3	
4.2.9.3.2	Indicación de la velocidad	1.1.5					
4.2.9.3.3	Pantallas y consolas del maquinista	1.1.5					
4.2.9.3.4	Controles e indicadores	1.1.5					
4.2.9.3.5	Marcado interior					2.6.3	

▼ M5

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.9.3.6	Función de control remoto por radio por parte del personal para maniobras	1.1.1				2.3.2	
4.2.9.3.7	Procesamiento de las señales de detección y de prevención del descarrilamiento	1.1.1 1.1.2					
4.2.9.3.7a	Función de detección y de prevención del descarrilamiento a bordo	1.1.1 1.1.2					
4.2.9.3.8	Requisitos para la gestión de los modos del ETCS	1.1.1				1.5 2.3.2	
4.2.9.3.9	Estado de la tracción					2.3.2	
4.2.9.4	Dotación y equipos portátiles	2.4.1				2.4.3 2.6.3	
4.2.9.5	Almacenamiento de efectos personales de los trabajadores	—	—	—	—	—	
4.2.9.6	Registrador					2.4.4 2.3.2	
4.2.10.2	Seguridad contra incendios: medidas de prevención de incendios	1.1.4		1.3.2	1.4.2		
4.2.10.3	Medidas de detección y control de incendios	1.1.4					
4.2.10.4	Requisitos aplicables a situaciones de emergencia	2.4.1				2.3.2	
4.2.10.5	Requisitos relativos a la evacuación	2.4.1					
4.2.11.2	Limpieza exterior del tren					1.5	
4.2.11.3	Conexión al sistema de descarga de aseos					1.5	
4.2.11.5	Interfaz para la recarga de agua					1.5	

▼ **M5**

Punto de referencia	Elemento del subsistema de material rodante	Seguridad	Fiabilidad — Disponibilidad	Salud	Protección del medio ambiente	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.11.6	Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes					1.5	
4.2.11.7	Equipos de repostaje de combustible					1.5	
4.2.11.8	Limpieza interior del tren: alimentación eléctrica					2.5.3	
4.2.12.2	Documentación general					1.5	
4.2.12.3	Documentación relacionada con el mantenimiento	1.1.1				2.5.1 2.5.2 2.6.1 2.6.2	
4.2.12.4	Documentación sobre la explotación	1.1.1				2.4.2 2.6.1 2.6.2	
4.2.12.5	Diagrama de elevación e instrucciones					2.5.3	
4.2.12.6	Descripciones relacionadas con el rescate		2.4.2			2.5.3	
4.2.13	Requisitos de la interfaz con la Operación Automatizada de Trenes					1.5 2.3.2 2.4.3	

3.2. **Requisitos esenciales no cubiertos por la presente ETI**

Algunos de los requisitos esenciales clasificados como «requisitos generales» o «requisitos específicos de cada subsistema» en el anexo III de la Directiva (UE) 2016/797 que afectan al subsistema de material rodante están comprendidos de forma limitada en el ámbito de aplicación de la presente ETI.

▼ **B**

4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE

4.1. **Introducción**4.1.1. *Aspectos generales*

- 1) El sistema ferroviario de la Unión, al que se aplica la ► **M3** Directiva (UE) 2016/797 ◀ y del cual forma parte el subsistema de material rodante, es un sistema integrado cuya coherencia debe verificarse. Dicha coherencia debe ser comprobada, especialmente, en lo que se refiere a las especificaciones del subsistema de material rodante, sus interfaces con los demás subsistemas del sistema ferroviario de la Unión en el que está integrado y las normas de explotación y mantenimiento.

▼ B

- 2) En el capítulo 4 de la presente ETI se definen los parámetros básicos del subsistema de material rodante.
- 3) Salvo cuando es estrictamente necesario para la interoperabilidad del sistema ferroviario de la Unión, las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema y sus interfaces, descritas en las secciones 4.2 y 4.3, no imponen el uso de tecnologías o soluciones técnicas concretas.

▼ M5

- 4) Algunas de las características del material rodante que deben registrarse en el «Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos» (de conformidad con la Decisión pertinente de la Comisión) se describen en el punto 7.1.2 (véase el cuadro 17a). Adicionalmente, se requiere que esas características se hagan constar en la documentación técnica del material rodante que se describe en el punto 4.2.12.

▼ B4.1.2. *Descripción del material rodante al que se aplica la presente ETI*

- 1) El material rodante al que se aplica la presente ETI (designado como una unidad en el contexto de la presente ETI) se describirá en el certificado «CE» de verificación utilizando una de las siguientes características:

— rama en formación fija y, en caso necesario, formación predefinida de varias ramas de las anteriores, para explotación múltiple,

— vehículo único o composición fija de vehículos prevista para formaciones predefinidas,

— vehículo único o composición fija de vehículos prevista para explotación general y, en caso necesario, formación predefinida de varios vehículos (locomotoras) para explotación múltiple.

Nota: La explotación múltiple de la unidad sometida a evaluación, con otros tipos de material rodante no pertenece al ámbito de aplicación de la presente ETI.

- 2) En la sección 2.2 de la presente ETI se dan las definiciones relativas a la formación de trenes y las unidades.
- 3) Cuando se evalúe una unidad destinada a ser usada en una o en varias formaciones fijas o predefinidas, las formaciones para las que sea válida esta evaluación serán definidas por el solicitante de la evaluación e indicadas en el certificado «CE» de verificación. La definición de cada formación incluirá la denominación del tipo de cada vehículo (o de las cajas del vehículo y de los ejes montados en caso de formación fija articulada) y su disposición en la formación. En las **► M5** puntos **◀** 6.2.8 y 9 se proporcionan más detalles.

▼B

- 4) Algunas características o algunas evaluaciones de una unidad prevista para explotación general requerirán la definición de límites en lo que se refiere a las formaciones de trenes. Estos límites se establecen en la sección 4.2 y la ►**M5** punto ◀ 6.2.7.

4.1.3. *Principales categorías del material rodante para la aplicación de los requisitos de la ETI*

- 1) En las ►**M5** puntos ◀ siguientes de la presente ETI se utiliza un sistema de categorización técnica del material rodante para definir los requisitos relevantes aplicables a una unidad.
- 2) La categoría o las categorías correspondientes a la unidad sujeta a la aplicación de la presente ETI serán indicadas por la parte que solicite la evaluación. Esta categorización será utilizada por el organismo notificado a cargo de la evaluación a fin de evaluar los requisitos aplicables de la presente ETI y se hará constar en el certificado «CE» de verificación.
- 3) Las categorías técnicas del material rodante son las siguientes:

- unidad diseñada para transportar viajeros,
- unidad diseñada para transportar carga relacionada con los viajeros (equipaje, automóviles, etc.),
- unidad diseñada para transportar otro tipo de carga (correo, mercancías, etc.) en trenes autopropulsados,
- unidad equipada con una cabina de conducción,
- unidad equipada con equipo de tracción,
- unidad eléctrica, definida como una unidad alimentada con energía eléctrica por uno o varios de los sistemas de electrificación especificados en la ETI de Energía,
- unidad de tracción térmica,
- locomotora de tren de mercancías: unidad diseñada para remolcar vagones de mercancías,
- locomotora de viajeros: unidad diseñada para remolcar coches de viajeros,

▼M5

- vehículos especiales (véase el punto 2.2.2, letra C).

▼B

Una unidad puede caracterizarse por una o varias de las categorías anteriores.

- 4) A menos que se indique otra cosa en las ►**M5** puntos ◀ de la sección 4.2, los requisitos especificados en la presente ETI se aplican a todas las categorías técnicas de material rodante definidas anteriormente.
- 5) También se tendrá en cuenta la configuración operativa de la unidad, cuando esta se evalúe; se hará una distinción entre:
 - una unidad que pueda explotarse como un tren,

▼ B

— una unidad que no pueda explotarse de manera independiente y tenga que ir acoplada a otra u otras unidades de cara a poder explotarse como un tren (véanse también las ► **M5** puntos ◀ 4.1.2, 6.2.7 y 6.2.8).

- 6) La velocidad máxima de diseño de la unidad objeto de la aplicación de la presente ETI será definida por el solicitante de la evaluación. Cuando su valor sea superior a 60 km/h, será un múltiplo de 5 km/h (véase también la ► **M5** punto ◀ 4.2.8.1.2); será utilizada por el organismo notificado a cargo de la evaluación de cara a evaluar los requisitos aplicables de la presente ETI, y se hará constar en el certificado «CE» de verificación.

4.1.4. *Categorización del material rodante para la seguridad contra incendios*

- 1) Con respecto a los requisitos de seguridad contra incendios, se definen cuatro categorías de material rodante, que se especifican en la ETI de Seguridad en los Túneles:

— categoría A de material rodante de viajeros (incluidas locomotoras de viajeros),

— categoría B de material rodante de viajeros (incluidas locomotoras de viajeros),

— locomotoras de mercancías, y unidades autopropulsadas destinadas a transportar carga útil distinta de viajeros (como correo, mercancías, vehículo de inspección de infraestructuras, etc.),

— material rodante auxiliar.

- 2) La compatibilidad entre la categoría de la unidad y su explotación en túneles se establece en la ETI de Seguridad en los Túneles.

- 3) Respecto a las unidades destinadas a transportar viajeros o remolcar coches de viajeros, y sujetas a la aplicación de la presente ETI, la categoría A es la categoría mínima que debe seleccionar el solicitante de la evaluación; los criterios para seleccionar la categoría B se especifican en la ETI de Seguridad en los Túneles.

- 4) Esta categorización será utilizada por el organismo notificado a cargo de la evaluación a fin de evaluar los requisitos aplicables de la ► **M5** punto ◀ 4.2.10 de la presente ETI y se hará constar en el certificado «CE» de verificación.

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

4.2.1. *Aspectos generales*

4.2.1.1. *Desglose*

- 1) Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema de material rodante se agrupan y clasifican en las siguientes ► **M5** puntos ◀ de esta sección:

— estructuras y partes mecánicas,

— interacción con la vía y gálibo,

— frenado,

— elementos relativos a los viajeros,

▼ B

- condiciones ambientales,
 - iluminación exterior y dispositivos de aviso acústico y visual,
 - equipo de tracción y eléctrico,
 - cabina de conducción e interfaz hombre-máquina,
 - seguridad contra incendios y evacuación,
 - mantenimiento diario,
 - documentación para la explotación y el mantenimiento.
- 2) Para aspectos técnicos particulares especificados en los capítulos 4, 5 y 6, la especificación técnica y funcional hace referencia explícita a una ► **M5** punto ◀ de una norma EN o a otro documento técnico, tal como se contempla en el ► **M3** artículo 4, apartado 8 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀. Estas referencias se enumeran en el apéndice J de la presente ETI.
 - 3) La información que se necesita a bordo para que el personal del tren tenga conocimiento del estado operativo del tren (estado de funcionamiento normal, equipo averiado, situación degradada, etc.) se describe en la ► **M5** punto ◀ sobre la función correspondiente y en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12, «Documentación para la explotación y el mantenimiento».

▼ M5

4.2.1.2. Puntos abiertos

Los puntos abiertos de conformidad con el artículo 4, apartado 6, de la Directiva (UE) 2016/797 se enumeran en el apéndice I.

▼ B

4.2.1.3. Aspectos de seguridad

- 1) Las funciones esenciales para la seguridad están identificadas en la sección 3.1 de la presente ETI por su relación con los requisitos esenciales de «seguridad».
- 2) Los requisitos de seguridad relacionados con estas funciones están cubiertos por las especificaciones técnicas expresadas en las correspondientes ► **M5** puntos ◀ de la sección 4.2 (por ejemplo, «seguridad pasiva», «ruedas», etc.).
- 3) Cuando tales especificaciones técnicas deban complementarse por los requisitos expresados en términos de requisitos de seguridad (nivel de gravedad), estos se encuentran igualmente especificados en las ► **M5** puntos ◀ correspondientes de la sección 4.2.
- 4) Los equipos electrónicos y software que se utilicen para desempeñar funciones esenciales para la seguridad se desarrollarán y evaluarán según una metodología adecuada para equipos electrónicos y software relacionados con la seguridad.

4.2.2. Estructura y partes mecánicas

4.2.2.1. Aspectos generales

- 1) En esta parte se tratan los requisitos relativos al diseño de la estructura del vehículo (resistencia de la estructura del vehículo) y de las uniones mecánicas (interfaces mecánicas) entre vehículos o entre unidades.

▼ B

- 2) La mayor parte de estos requisitos tienen por objeto asegurar la integridad mecánica del tren en circulación y en operaciones de rescate, así como proteger los compartimentos de viajeros y de personal en caso de colisión o descarrilamiento.

4.2.2.2. Interfaces mecánicas

4.2.2.2.1. Generalidades y definiciones

Para formar un tren (según lo definido en la sección 2.2), los vehículos se acoplan entre sí de tal manera que puedan circular juntos. El enganche es la interfaz mecánica que permite hacerlo. Hay varios tipos de acoplamiento:

- 1) enganche «interno» (también denominado enganche «intermedio») es el dispositivo de enganche entre vehículos destinado a formar una unidad compuesta de varios vehículos (por ejemplo, una composición fija de coches o una rama);
- 2) enganche final (enganche «externo») es el dispositivo de enganche empleado para acoplar dos (o varias) unidades a fin de formar un tren. Un enganche final puede ser «automático», «semiautomático» o «manual». Un enganche final puede servir para fines de rescate (véase la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.2.4). A los efectos de la presente ETI, un enganche «manual» es un sistema de enganche final que requiere que una o varias personas se sitúen entre las unidades que deben engancharse o desengancharse mediante el acoplamiento mecánico de dichas unidades;
- 3) enganche de rescate es un dispositivo de enganche que permite a una unidad ser rescatada por una unidad de tracción de rescate equipada con un enganche manual «estándar» según lo dispuesto en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.2.3 cuando la unidad que deba rescatarse esté equipada con un sistema de enganche diferente o no esté equipada con ninguno.

4.2.2.2.2 Enganche interno

- 1) Los enganches internos entre los diferentes vehículos (plenamente soportados por sus propias ruedas) de una unidad llevarán incorporado un sistema que sea capaz de resistir las fuerzas generadas por las condiciones de explotación previstas.
- 2) Cuando el sistema de enganche interno entre vehículos tenga una resistencia longitudinal inferior a la de los enganches finales de la unidad, se tomarán medidas para el rescate de la unidad en caso de rotura de cualquiera de estos enganches internos; estas medidas se describirán en la documentación requerida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.6.
- 3) En el caso de las unidades articuladas, la unión entre dos vehículos que compartan el mismo órgano de rodadura cumplirá con los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice 1.

▼B

4.2.2.2.3 Enganche final

a) Requisitos generales

a-1) Requisitos aplicables a las características de enganche final

1) Cuando se dote a una unidad de enganche final en cualquiera de sus extremos, se aplicarán los siguientes requisitos a todos los tipos de enganche final (automático, semiautomático o manual):

- los enganches extremos llevarán incorporado un sistema de enganche resistente capaz de resistir las fuerzas generadas por las condiciones de explotación y de rescate previstas,
- el tipo de enganche final mecánico junto con los valores nominales de diseño de las fuerzas de tracción y compresión de este tipo de enganche y la altura sobre el nivel del carril respecto de su línea de centros de topes (unidad en condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo» con nuevas ruedas) se registrará en la documentación técnica descrita en la punto 4.2.12.

2) Cuando no exista enganche en alguno de los extremos de una unidad, se dispondrá de un dispositivo que permita realizar un enganche de rescate en dicho extremo de la unidad.

a-2) Requisitos aplicables a los distintos tipos de enganche final

1) Las unidades evaluadas en una formación fija o predefinida, y cuya velocidad teórica máxima sea superior o igual a 250 km/h, estarán equipadas, en cada extremo de la formación, con un acoplador automático de tope central, geométrica y funcionalmente compatible con un «enganche automático de tope central tipo 10» (según se define en la punto 5.3.1); la altura sobre el nivel del carril respecto de su línea central de acoplamiento será de 1 025 mm + 15 mm /- 5 mm (medida con ruedas nuevas en condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo»).

2) Las unidades diseñadas y evaluadas para explotación general y diseñadas para ser explotadas exclusivamente en el ancho de vía de 1 520 mm estarán equipadas con un enganche automático de tope central, el cual será geométrica y funcionalmente compatible con un «enganche SA3»; la altura sobre el nivel del carril respecto de su línea central de acoplamiento estará entre 980 mm y 1 080 mm (para todas las condiciones de carga y ruedas).

b) Requisitos aplicables al sistema de enganche «manual»

B-1) Disposiciones relativas a las unidades

1) Las siguientes disposiciones se aplican específicamente a las unidades dotadas de un sistema de enganche «manual»:

- el sistema de acoplamiento estará diseñado de manera que no se requiera presencia humana entre las unidades que deban engancharse o desengancharse mientras alguna de ellas esté en movimiento,
- para las unidades diseñadas y evaluadas para utilizarse en «explotación general» o en una «formación predefinida», y que estén equipadas con un sistema de enganche manual, dicho sistema de enganche será de tipo UIC (según se define en la punto 5.3.2).

▼ B

- 2) Estas unidades cumplirán los requisitos adicionales del punto b-2.

▼ M3

b-2) Compatibilidad entre las unidades

En el caso de las unidades equipadas con un sistema de enganche manual de tipo UIC (según se describe en la ►M5 punto ◀ 5.3.2) y sistema de freno neumático compatible con el tipo UIC (conforme a la ►M5 punto ◀ 4.2.4.3), se aplicarán los siguientes requisitos:

▼ M5

- 1) Los topes y el enganche de husillo se instalarán de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [2].
- 2) Las dimensiones y la disposición de las tuberías y mangas, los enganches y las válvulas de freno cumplirán los requisitos establecidos en esa misma especificación.

▼ B

4.2.2.2.4 Enganche de rescate

- 1) Se tomarán medidas que permitan la recuperación de la línea en caso de avería, remolcando o propulsando la unidad que deba rescatarse.
- 2) Cuando la unidad que deba rescatarse esté equipada con un enganche final, el rescate será posible por medio de una unidad de tracción equipada con el mismo tipo de sistema de enganche final (incluida la compatibilidad con la altura sobre el nivel del carril respecto de la línea central del enganche).
- 3) Para todas las unidades, el rescate será posible por medio de una unidad de recuperación, es decir, una unidad de tracción dotada en cada uno de los extremos destinados a ser usados con fines de rescate de:
 - a) en el caso de los anchos de vía de 1 435 mm, 1 524 mm, 1 600 mm o 1 668 mm:
 - un sistema de enganche manual de tipo UIC (según se describe en las ►M5 puntos ◀ 4.2.2.2.3 y 5.3.2) y sistema de freno neumático de tipo UIC (conforme a la ►M5 punto ◀ 4.2.4.3),

▼ M5

— colocación lateral de las tuberías y las válvulas de freno conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [2],

▼ B

— un espacio libre de 395 mm por encima de la línea central del gancho que permita la colocación del adaptador de rescate descrito más adelante;

- b) en el caso del ancho de vía de 1 520 mm:

— un acoplador automático de tope central que será geométrica y funcionalmente compatible con un «enganche SA3»; la altura sobre el nivel del carril respecto de su línea central de acoplamiento estará entre 980 mm y 1 080 mm (para todas las condiciones de carga y ruedas).

Esto se consigue mediante un sistema de enganche compatible instalado de manera permanente o bien mediante un enganche de rescate (también denominado «adaptador de rescate»). En el segundo caso, la unidad que deba evaluarse conforme a la presente ETI estará proyectada de manera que sea posible transportar el enganche de rescate a bordo.

▼B

- 4) El enganche de rescate (según se define en la ►**M5** punto ◀ 5.3.3) cumplirá los requisitos siguientes:
- estará proyectado de manera que permita el rescate a una velocidad de al menos 30 km/h,
 - estará amarrado una vez montado en la unidad de recuperación de manera que no pueda soltarse durante la operación de rescate,
 - soportará las fuerzas generadas por las condiciones de rescate previstas,
 - estará proyectado de manera que no se requiera presencia humana entre la unidad de recuperación y la unidad que deba rescatarse mientras una de las dos esté en movimiento,
 - ni el enganche de rescate ni ninguna manga del freno limitarán el movimiento lateral del gancho cuando este se fije a la unidad de recuperación.
- 5) El requisito de frenado para fines de rescate está cubierto por la ►**M5** punto ◀ 4.2.4.10 de la presente ETI.

4.2.2.2.5 Acceso del personal para el enganche y el desenganche

- 1) Las unidades y los sistemas de enganche final deberán estar proyectados de manera que el personal no corra riesgos indebidos durante el enganche y el desenganche ni durante las operaciones de rescate.
- 2) ►**M5** Para cumplir esta exigencia, las unidades equipadas con sistemas de enganche manual de tipo UIC con arreglo al punto 4.2.2.2.3, letra b), cumplirán los requisitos siguientes («el rectángulo de Berna»):
- en el caso de las unidades equipadas con enganches de husillo y topes laterales, el espacio para las operaciones del personal se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [2],
 - si se emplea un enganche combinado automático y de husillo, la cabeza del enganche automático podrá invadir el rectángulo de Berna en el lado izquierdo cuando se encuentre abatida y se utilice el enganche de husillo,
- bajo de cada tope se instalará un pasamanos; los pasamanos soportarán una fuerza de 1,5 kN. ◀
- 3) La documentación de explotación y rescate especificada en las ►**M5** puntos ◀ 4.2.12.4 y 4.2.12.6 describirá las medidas necesarias para cumplir esta exigencia. Los Estados miembros pueden exigir también la aplicación de esos requisitos.

4.2.2.3. Pasarelas

- 1) Cuando se disponga de una pasarela de intercurrencia como medio para que los viajeros circulen de un vehículo a otro dentro de la misma composición, esta pasarela se adaptará a todos los movimientos relativos de los vehículos en condiciones normales de explotación, sin exponer a los viajeros a un riesgo indebido.
- 2) Cuando esté previsto el funcionamiento sin que la pasarela esté conectada, deberá ser posible evitar el acceso de los viajeros a esta pasarela.

▼ B

- 3) Los requisitos aplicables a la puerta de la pasarela cuando esta no esté en uso se especifican la ► **M5** punto ◀ 4.2.5.7, «Elementos relativos a los viajeros: puertas entre unidades».
- 4) La ETI sobre el acceso para las personas con movilidad reducida contempla otros requisitos adicionales.
- 5) Los requisitos de esta ► **M5** punto ◀ no se aplican al extremo de los vehículos cuando esta zona no está prevista para uso regular por parte de los viajeros.

4.2.2.4. Resistencia de la estructura del vehículo

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades, excepto al material rodante auxiliar.
- 2) Para el material rodante auxiliar se establecen en el apéndice C, ► **M5** punto ◀ C.1, requisitos alternativos a los indicados en la presente ► **M5** punto ◀ en cuanto a cargas estáticas, categorías y aceleraciones.

▼ M5

- 3) La resistencia estática y dinámica (fatiga) de las cajas de los vehículos es importante para asegurar el nivel de seguridad requerido para sus ocupantes y la integridad estructural de los vehículos en la explotación de los trenes y en las operaciones de maniobras. Por tanto, la estructura de cada vehículo cumplirá los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1], y las categorías de material rodante que deben tenerse en cuenta corresponderán a la categoría L para las locomotoras y las cabezas motrices y a las categorías PI o PII para todos los demás tipos de vehículos cubiertos por la presente ETI.
- 4) La resistencia de la estructura del vehículo podrá demostrarse mediante cálculos y/o mediante ensayos, según las condiciones establecidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1].
- 5) En caso de que una unidad se diseñe para una fuerza de compresión superior a las de las categorías de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1] (exigidas en el punto 3 como un mínimo obligatorio), la presente especificación no cubrirá la solución técnica propuesta; en tal caso podrán utilizarse para la fuerza de compresión otros documentos normativos que sean de acceso público.

De ser así, el organismo notificado verificará que los documentos normativos alternativos forman parte de un conjunto de normas técnicamente consistentes aplicables al diseño, la construcción y los ensayos de la estructura del vehículo.

El valor de la fuerza de compresión se registrará en la documentación técnica definida en el ► **M5** punto ◀ 4.2.12.

▼ B

- 6) Las condiciones de carga consideradas serán coherentes con las definidas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.10 de la presente ETI.

▼ B

- 7) Los escenarios para la carga aerodinámica serán los descritos en la ► **M5** punto ◀ 4.2.6.2.2 de la presente ETI (paso de dos trenes).
- 8) Las técnicas de unión están cubiertas por los requisitos anteriores. Se establecerá un procedimiento de verificación que asegure que en la fase de producción los posibles defectos que pudieran disminuir las características mecánicas de la estructura estén controlados.

▼ M5

4.2.2.5. Seguridad pasiva

- 1) Los requisitos especificados en este punto se aplicarán a todas las unidades, a excepción de aquellas no destinadas a transportar viajeros ni personal durante su explotación y del material rodante auxiliar.
- 2) En el caso de las unidades diseñadas para ser operadas en el ancho de vía de 1 520 mm, los requisitos sobre seguridad pasiva descritos en el presente punto se aplicarán de manera voluntaria. Si el solicitante opta por aplicar los requisitos sobre seguridad pasiva descritos en este punto, esto será reconocido por los Estados miembros. Los Estados miembros podrán asimismo exigir la aplicación de estos requisitos.
- 3) En el caso de las locomotoras diseñadas para ser operadas en el ancho de vía de 1 524 mm, los requisitos sobre seguridad pasiva descritos en el presente punto se aplicarán de manera voluntaria. Si el solicitante opta por aplicar los requisitos sobre seguridad pasiva descritos en este punto, esto será reconocido por los Estados miembros.
- 4) Aquellas unidades que no puedan circular a las velocidades de colisión especificadas en cualquiera de los escenarios de colisión indicados a continuación, están exentas de las disposiciones sobre dicho escenario de colisión.
- 5) La seguridad pasiva está destinada a complementar la seguridad activa cuando todas las demás medidas hayan fallado. Para ello, la estructura mecánica de los vehículos dará protección a los ocupantes en caso de colisión con la ayuda de medios que permitan:
 - limitar la desaceleración,
 - mantener un espacio de supervivencia así como la integridad estructural de las zonas ocupadas,
 - reducir el riesgo de encaballamiento,
 - reducir el riesgo de descarrilamiento,
 - limitar las consecuencias de un choque con un obstáculo en la vía.

▼ M5

Para satisfacer estos requisitos funcionales, las unidades cumplirán los requisitos detallados que se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3], relativos a la categoría de diseño C-I de resistencia a la colisión.

Se tendrán en cuenta los siguientes cuatro escenarios de colisión de referencia:

- escenario 1: un impacto frontal entre dos unidades idénticas,
 - escenario 2: un impacto frontal con un vagón de mercancías,
 - escenario 3: un impacto de la unidad con un vehículo de carretera de grandes dimensiones en un paso a nivel,
 - escenario 4: un impacto de la unidad contra un obstáculo bajo (por ejemplo, un coche en un paso a nivel, un animal, una roca, etc.).
- 6) Los escenarios del punto 5 se describen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3].
 - 7) Los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3], se aplicarán en relación con los escenarios de colisión de referencia indicados anteriormente.
 - 8) A fin de limitar las consecuencias de una colisión en caso de obstrucción de la vía, los testeros delanteros de las locomotoras, las cabezas tractoras, los coches con cabina y los trenes autopropulsados irán equipados con un deflector de obstáculos. Los requisitos que deben cumplir los deflectores de obstáculos se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3].

▼ B

4.2.2.6. Elevación y levante con gatos

- 1) Esta ►**M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades.
- 2) En el apéndice C, ►**M5** punto ◀ C.2, se especifican disposiciones adicionales sobre la elevación y el levante con gatos del material rodante auxiliar.
- 3) Deberá poderse elevar o levantar con gatos de manera segura cualquier vehículo que componga una unidad, tanto con fines de recuperación (tras un descarrilamiento u otro accidente o incidente) como con fines de mantenimiento. Con este fin, se dispondrá de interfaces adecuadas con la caja del vehículo (puntos de elevación/levante con gatos) que permitan la aplicación de fuerzas verticales o cuasi-verticales. El vehículo estará diseñado para permitir ser elevado o levantado con gatos de forma completa, lo que incluye los órganos de rodadura (por ejemplo, asegurando/fijando los bogies a la caja del vehículo). Asimismo, deberá poderse elevar o levantar con gatos cualquier extremo del vehículo (incluido su órgano de rodadura) mientras el otro extremo reposa sobre los demás órganos de rodadura (sean uno o varios).

▼B

- 4) Se recomienda diseñar los puntos de levante con gatos de manera que puedan utilizarse como puntos de elevación con todos los órganos de rodadura del vehículo unidos a la parte inferior de la caja del vehículo.
- 5) Los puntos de levante con gatos o de elevación se situarán de manera que permitan la elevación segura y estable del vehículo. Se dispondrá de espacio suficiente debajo y alrededor de cada punto de levante con gatos para permitir instalar con facilidad los dispositivos de rescate. Los puntos de elevación o levante con gatos se diseñarán de manera que el personal no esté expuesto a riesgos indebidos en condiciones de funcionamiento normal o cuando se utilicen equipos de rescate.
- 6) Cuando la parte inferior de la estructura de caja no permita disponer de puntos de levante con gatos/elevación de carácter permanente, dicha estructura estará dotada de elementos que permitan la fijación de puntos de levante con gatos/elevación desmontables durante las operaciones de encarrilamiento.

▼M5

- 7) La geometría de los puntos de levante con gatos/elevación será conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [4].
- 8) El marcado de los puntos de elevación se hará mediante signos que cumplan la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [5].
- 9) En el diseño de la estructura se tendrán en cuenta las cargas definidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1]; la resistencia de la estructura del vehículo podrá demostrarse mediante cálculos o mediante ensayos, según las condiciones establecidas en esa misma especificación.

Podrán emplearse documentos normativos alternativos que sean de acceso público, en las mismas condiciones anteriormente definidas en la ►M5 punto ◀ 4.2.2.4.

▼B

- 10) Para cada vehículo de la unidad, se incluirá un diagrama de levante con gatos y elevación y las instrucciones correspondientes en la documentación descrita en las ►M5 puntos ◀ 4.2.12.5 y 4.2.12.6 de la presente ETI. Las instrucciones se presentarán en la medida de lo posible mediante pictogramas.

4.2.2.7. Fijación de dispositivos en la estructura de caja del vehículo

- 1) Esta ►M5 punto ◀ se aplica a todas las unidades excepto al material rodante auxiliar.
- 2) En el apéndice C, ►M5 punto ◀ C.1, se especifican las disposiciones relativas a la resistencia estructural del material rodante auxiliar.

▼B

- 3) Los dispositivos fijados, incluidos los colocados en el interior de las zonas de viajeros, irán unidos a la estructura de la caja del vehículo de manera que se impida que se suelten y supongan un riesgo de lesiones para los viajeros o provoquen un descarrilamiento. A tal fin, las fijaciones de estos dispositivos estarán diseñadas de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►M5 índice [1] ◀, considerándose la categoría L para las locomotoras y la categoría P-I o P-II para el material rodante de viajeros.

Podrán emplearse documentos normativos alternativos, en las mismas condiciones anteriormente definidas en la ►M5 punto ◀ 4.2.2.4.

4.2.2.8. Puertas de acceso para el personal y la carga

- 1) Las puertas para uso de los viajeros están cubiertas por la ►M5 punto ◀ 4.2.5 de la presente ETI: «Elementos relativos a los viajeros». Las puertas de cabina se tratan en la ►M5 punto ◀ 4.2.9 de la presente ETI. Esta ►M5 punto ◀ se ocupa de las puertas para la carga y de aquellas para el uso de la tripulación del tren que no sean las puertas de cabina.
- 2) Los vehículos dotados de un compartimento dedicado a la tripulación del tren o a la carga irán equipados de un dispositivo para cerrar y bloquear las puertas. Las puertas permanecerán cerradas y bloqueadas hasta que se liberen de manera intencionada.

4.2.2.9. Características mecánicas de los cristales (distintos de los parabrisas)

- 1) Cuando se utilice vidrio en los cristales (incluidos los espejos), este será laminado o templado, de conformidad con una de las normas pertinentes que sean de acceso público y resulten adecuadas para aplicación ferroviaria en cuanto a la calidad y al ámbito de uso, de manera que se minimice el riesgo de que los viajeros y el personal sufran lesiones debido a una posible rotura del vidrio.

4.2.2.10. Condiciones de carga y masa

▼M5

- 1) Se determinarán las siguientes condiciones de carga definidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [6]:
 - i) masa de diseño bajo carga útil excepcional,
 - ii) masa de diseño bajo carga útil normal,
 - iii) masa de diseño en orden de trabajo,
 - iv) masa de explotación bajo carga útil normal,
 - v) masa de explotación en orden de trabajo.

▼B

- 2) Las hipótesis consideradas para llegar a las condiciones de carga anteriores se justificarán y documentarán en la documentación general descrita en la ►M5 punto ◀ 4.2.12.2 de la presente ETI.

▼ B

Tales hipótesis se basarán en una clasificación del material rodante (tren de alta velocidad y larga distancia, otro) y en una descripción de la carga útil (viajeros, carga útil por m² en las zonas con transporte de viajeros de pie y zonas de servicio) coherentes con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [6] ◀; los valores de los distintos parámetros podrán desviarse de esta norma siempre y cuando se justifiquen.

- 3) Para el material rodante auxiliar, podrán emplearse diferentes condiciones de carga (masa mínima, masa máxima) a fin de tener en cuenta el posible equipo opcional embarcado.
- 4) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.1 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.
- 5) Para cada una de las condiciones de carga definidas anteriormente, se facilitará en la documentación técnica descrita en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 la información siguiente:

— masa total del vehículo (para cada vehículo de la unidad),

— masa por eje (para cada eje),

— masa por rueda (para cada rueda).

Nota: Para las unidades equipadas con ruedas de giro independiente, «eje» se interpretará como concepto geométrico y no como componente físico; esto es válido para la totalidad de la ETI, a menos que se especifique otra cosa.

4.2.3. *Interacción con la vía y gálibo*

▼ M5

4.2.3.1. Gálibo

- 1) Este punto se ocupa de las normas relativas al cálculo y la verificación de las dimensiones del material rodante de modo que este pueda circular por una o varias infraestructuras sin riesgo de interferencia.

Para las unidades diseñadas para ser operadas en anchos de vía distintos del ancho de vía de 1 520 mm:

- 2) El solicitante seleccionará el perfil de referencia previsto incluyendo el perfil de referencia para las partes inferiores. El perfil de referencia se registrará en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.
- 3) Se demostrará que una unidad se ajusta al perfil de referencia previsto mediante uno de los métodos que establece la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7].
- 4) En caso de declararse que la unidad es conforme con uno o varios de los perfiles de referencia G1, GA, GB, GC o DE3, incluidos los relativos a la parte inferior GI1, GI2 o GI3, según lo dispuesto en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7], la conformidad se establecerá mediante el método cinemático establecido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7].

La conformidad con estos perfiles de referencia se registrará en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.

▼ M5

- 5) Para las unidades eléctricas, el gálibo del pantógrafo se verificará mediante cálculo de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7], a fin de asegurar que la envolvente del pantógrafo se ajusta al gálibo cinemático mecánico del pantógrafo que, por su parte, se determina con arreglo al apéndice D del Reglamento (UE) n.º 1301/2014 de la Comisión ⁽¹⁾ («ETI ENE») y depende de la geometría del arco del pantógrafo elegida: las dos posibilidades permitidas se definen en el punto 4.2.8.2.9.2.

La tensión de la alimentación eléctrica se tiene en cuenta en el gálibo de la infraestructura a fin de asegurar las distancias de aislamiento adecuadas entre el pantógrafo y las instalaciones fijas.

- 6) El desplazamiento del pantógrafo especificado en el punto 4.2.10 de la ETI ENE y utilizado para el cálculo del gálibo cinemático mecánico se justificará mediante cálculos o mediciones según lo establecido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7].

Para las unidades diseñadas para ser operadas en el ancho de vía de 1 520 mm:

- 7) El perfil estático del vehículo estará dentro del gálibo uniforme de vehículos «T»; el perfil de referencia para la infraestructura es el gálibo «S». Este perfil se especifica en el apéndice B.
- 8) Para las unidades eléctricas, el gálibo del pantógrafo se verificará mediante cálculo a fin de asegurar que la envolvente del pantógrafo se ajusta al gálibo estático mecánico del pantógrafo que se define en el apéndice D de la ETI ENE; se tendrá en cuenta la geometría del arco del pantógrafo elegida: las posibilidades permitidas se definen en el punto 4.2.8.2.9.2.

▼ B

4.2.3.2. Carga por eje y carga por rueda

▼ M5

4.2.3.2.1. Parámetro de carga por eje

- 1) La carga por eje en combinación con la distancia entre ejes, la longitud de la unidad y la velocidad máxima permitida para la unidad en la línea considerada es un parámetro de la interfaz entre la unidad y la infraestructura.

Para el sistema objetivo de infraestructura especificado en el punto 4.2.1 del Reglamento (UE) n.º 1299/2014 de la Comisión ⁽²⁾ («ETI INF»), la carga por eje es un parámetro característico y depende del código de tráfico de la línea.

- 2) En la documentación general que se produzca cuando se evalúe la unidad, descrita en el punto 4.2.12.2, se consignarán las características siguientes, que deberán utilizarse como interfaz con la infraestructura:

— la masa por eje (para cada eje) para todas las condiciones de carga (definidas y requeridas como parte de la documentación en el punto 4.2.2.10),

⁽¹⁾ Reglamento (UE) n.º 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión (DO L 356 de 12.12.2014, p. 179).

⁽²⁾ Reglamento (UE) n.º 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativo a las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema «infraestructura» en el sistema ferroviario de la Unión Europea (DO L 356 de 12.12.2014, p. 1).

▼ **M5**

- la posición de los ejes a lo largo de la unidad (distancia entre ejes),
 - la longitud de la unidad,
 - la velocidad máxima de diseño (que debe consignarse en la documentación según el punto 4.2.8.1.2),
 - la categoría de línea EN como resultado de la categorización de la unidad con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [10].
- 2a) En el caso de los trenes autopropulsados térmicos o eléctricos de viajeros y de los coches de viajeros y otros coches relacionados con estos, deberá documentarse siempre la categoría de línea EN, indicando el valor estándar de la carga útil en las zonas de permanencia de pie en kg por m², tal como se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [10].
- 2b) Si se utiliza un valor particular de carga útil en las zonas de permanencia de pie para determinar la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil excepcional», de conformidad con el punto 4.2.2.10, puntos 1 y 2, deberá documentarse una segunda categoría de línea EN utilizando este valor particular de carga útil en zonas de permanencia de pie.
- 2c) Para todas estas unidades, deberá documentarse cualquier categoría de línea EN indicando la carga útil utilizada en las zonas de permanencia de pie, tal como se describe en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [10].
- 3) Uso de la información relativa a la carga por eje a escala operacional para la comprobación de la compatibilidad entre el material rodante y la infraestructura (fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI):

La carga por eje de cada uno de los ejes de la unidad que debe utilizarse como parámetro de interfaz con la infraestructura debe ser definida por la empresa ferroviaria según lo dispuesto en el punto 4.2.2.5 del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión ⁽¹⁾ («ETI OPE»), considerando la carga prevista para el servicio que deba prestarse (no definida cuando se evalúa la unidad). La carga por eje en la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil excepcional» representa el valor máximo posible de la carga por eje mencionada anteriormente. Debe tenerse en cuenta igualmente la carga máxima considerada para el diseño del sistema de frenado que se define en el punto 4.2.4.5.2.

▼ **B**

4.2.3.2.2. Carga por rueda

- 1) La ratio de la diferencia de carga por rueda por eje $D_{qj} = (Q_l - Q_r)/(Q_l + Q_r)$ se evaluará mediante medición de la carga por rueda considerando la condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo». Se permiten diferencias de carga por rueda superiores al 5 % de la carga por eje para ese eje montado solo si se demuestra que son aceptables mediante la prueba que acredita la seguridad contra el descarrilamiento en vías alabeadas indicada en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.4.1 de la presente ETI.
- 2) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.2 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, relativo a la especificación técnica de interoperabilidad correspondiente al subsistema explotación y gestión del tráfico” del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2012/757/UE (DO L 139I de 27.5.2019, p. 5).

▼ B

- 3) Para las unidades con carga por eje, en masa de diseño bajo carga útil normal, inferior o igual a 22,5 toneladas y diámetro de rueda desgastada superior o igual a 470 mm, la carga por rueda sobre el diámetro de rueda (Q/D) será inferior o igual a 0,15 kN/mm, medida para un diámetro mínimo de rueda desgastada y masa de diseño bajo carga útil normal.

4.2.3.3. Parámetros del material rodante que influyen en los sistemas instalados en tierra

▼ M5

4.2.3.3.1. Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes

- 1) En los puntos 4.2.3.3.1.1, 4.2.3.3.1.2 y 4.2.3.3.1.3 se define el conjunto de características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes que se definen como objetivo.

Se hace referencia a puntos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A] [a la que también se refiere el apéndice A, cuadro A.2, índice 77, de la ETI de Control-Mando y Señalización («ETI CMS»)⁽¹⁾. Los casos específicos conexos se definen en el punto 7.7 de la ETI CMS.

- 2) El conjunto de características con las que el material rodante es compatible se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.

4.2.3.3.1.1. Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en circuitos de vía

La especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A], especifica las características relativas a:

i) Geometría del vehículo

- 1) La distancia máxima entre ejes consecutivos.
- 2) La distancia máxima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje.
- 3) La distancia mínima entre el primer eje y el último.

ii) Diseño del vehículo

- 4) La carga por eje mínima en todas las condiciones de carga.
- 5) La resistencia eléctrica entre las superficies de rodadura de las ruedas opuestas de un eje montado y el método para medirla.
- 6) Para las unidades eléctricas equipadas con pantógrafo, la impedancia mínima del vehículo.
- 7) El uso de dispositivos de asistencia para maniobras.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1695 de la Comisión, de 10 de agosto de 2023, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga el Reglamento (UE) 2016/919 (DO L 222 de 8.9.2023, p. 380).

▼ M5**iii) Emisiones de aislamiento**

- 8) El uso de equipos de enarenado.

En caso de que se dote de una función de enarenado automático, el maquinista podrá suspender su uso en puntos concretos de la vía cuando en las normas de explotación se disponga que dichos puntos no son compatibles con el enarenado.

- 9) El uso de zapatas de freno de material compuesto.

- 10) Si el vehículo está equipado con ellos, los requisitos aplicables a los lubricadores de pestañas.

iv) EMC

- 11) Los requisitos relativos a la interferencia por conducción.

4.2.3.3.1.2. Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en contadores de ejes

La especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A], especifica las características relativas a:

i) Geometría del vehículo

- 1) La distancia máxima entre ejes consecutivos.
- 2) La distancia mínima entre ejes consecutivos.
- 3) En el extremo de una unidad destinada a acoplarse, la distancia mínima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje (que será la mitad del valor indicado).
- 4) La distancia máxima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje.

ii) Geometría de las ruedas

- 5) La geometría de las ruedas.

iii) Diseño del vehículo

- 6) El espacio libre de componentes metálicos e inductivos entre ruedas.
- 7) Las características del material de las ruedas.

iv) EMC

- 8) Los requisitos relativos a los campos electromagnéticos.
- 9) El uso de frenos de Foucault o frenos de vía magnéticos.

4.2.3.3.1.3. Características del material rodante para la compatibilidad con los circuitos de lazo

La especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A], especifica las características relativas a:

Diseño del vehículo

- 1) La construcción metálica del vehículo.

▼ B

- 4.2.3.3.2 Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes
- 1) El objetivo de la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes es detectar deficiencias en los rodamientos de las cajas de grasa.
 - 2) Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h se dotarán de equipos de detección embarcados.
 - 3) Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea inferior a 250 km/h, y que estén diseñadas para utilizarse en sistemas de ancho de vía distintos del ancho de vía de 1 520 mm, la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes se realizará mediante equipo embarcado (conforme a la especificación prevista en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.3.2.1) o bien mediante equipo instalado en tierra (conforme a la especificación prevista en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.3.2.2).
 - 4) La dotación de un sistema embarcado o la compatibilidad con el equipo instalado en tierra se consignará en la documentación técnica descrita en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

4.2.3.3.2.1. Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado

- 1) Este equipo será capaz de detectar el deterioro de cualquiera de los rodamientos de las cajas de grasa de la unidad.
- 2) El estado de los rodamientos será evaluado mediante la monitorización de su temperatura, de sus frecuencias dinámicas o de algún otro factor que caracterice apropiadamente el estado de los rodamientos.

▼ M5

- 3) El sistema de detección estará instalado en su totalidad a bordo de la unidad y los mensajes de diagnóstico estarán disponibles a bordo.
- 4) Los mensajes de diagnóstico producidos serán descritos y tenidos en cuenta en la documentación sobre la explotación que se describe en el punto 4.2.12.4 y en la documentación de mantenimiento que se describe en el punto 4.2.12.3.

▼ B

4.2.3.3.2.2. Requisitos del material rodante para la compatibilidad con el equipo instalado en tierra

- 1) Para las unidades diseñadas para utilizarse en el sistema de 1 435 mm, la zona visible del material rodante para el equipo de tierra será la definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [8] ◀.

▼ M3

- 2) En el caso de las unidades diseñadas para ser operadas en otros anchos de vía se declara un caso específico cuando procede (norma armonizada disponible para la red en cuestión).
- 2a) En el caso de las unidades diseñadas para ser operadas en el sistema de 1 668 mm, la zona visible del material rodante para el equipo en tierra será la definida en el cuadro 1 según los parámetros de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [8] ◀.

▼ **M3**

Cuadro 1

Zona de detección y zona prohibida para las unidades destinadas a ser operadas por redes de 1 668 mm

Ancho de vía [mm]	YTA [mm]	WTA [mm]	LTA [mm]	YPZ [mm]	WPZ [mm]	LPZ [mm]
1 668	1 176 ± 10	≥ 55	≥ 100	1 176 ± 10	≥ 110	≥ 500

▼ **B**

4.2.3.4. Comportamiento dinámico del material rodante

4.2.3.4.1. Seguridad contra el descarrilamiento en la circulación por vías alabeadas

- 1) La unidad estará diseñada de manera que pueda circular con seguridad por vías alabeadas, teniendo en cuenta particularmente la zona de transición entre la vía nivelada y la vía peraltada así como los defectos en la nivelación transversal.
- 2) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.3 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

▼ **M5**

Dicho procedimiento de evaluación de la conformidad es aplicable para cargas por eje dentro de los márgenes mencionados en el punto 4.2.1 de la ETI INF y en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

▼ **B**

No es aplicable a vehículos diseñados para cargas por eje superiores, caso que puede estar contemplado por las normas nacionales o por el procedimiento para soluciones innovadoras descrito en el artículo 10 y el capítulo 6 de la presente ETI.

4.2.3.4.2. Comportamiento dinámico en circulación

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ es aplicable a las unidades diseñadas para alcanzar una velocidad superior a 60 km/h, a excepción del material rodante auxiliar para el cual se establecen los requisitos en el apéndice C, ► **M5** punto ◀ C.3, y a excepción de las unidades diseñadas para utilizarse en el ancho de vía de 1 520 mm para el cual los requisitos correspondientes se consideran un punto abierto.
- 2) El comportamiento dinámico de un vehículo tiene una fuerte influencia en la seguridad en circulación y los esfuerzos sobre la vía. Se trata de una función esencial para la seguridad y está cubierta por los requisitos de la presente ► **M5** punto ◀.

▼ **M5**

a) Requisitos técnicos

- 1) La unidad circulará de manera segura y producirá un nivel aceptable de esfuerzo sobre la vía al ser operada dentro de los límites definidos por la combinación o las combinaciones de velocidad e insuficiencia de peralte en las condiciones establecidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

Ello se evaluará verificando que se respetan los valores límite especificados más adelante en los puntos 4.2.3.4.2.1 y 4.2.3.4.2.2; el procedimiento de evaluación de la conformidad se describe en el punto 6.2.3.4.

▼ M5

- 2) Los valores límite y la evaluación de la conformidad mencionados en el punto 3 son aplicables para cargas por eje dentro de los márgenes mencionados en el punto 4.2.1 de la ETI INF y en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

No son aplicables a los vehículos diseñados para una carga por eje superior, dado que no se han definido valores límite de esfuerzo sobre la vía armonizados; esos casos podrían estar contemplados por normas nacionales o por el procedimiento para soluciones innovadoras descrito en el artículo 10 y el capítulo 6.

- 3) El informe de ensayo del comportamiento dinámico en circulación (que incluirá los límites de uso y los parámetros de esfuerzo sobre la vía) se hará constar en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.

Los parámetros de esfuerzo sobre la vía (incluidos los adicionales Y_{max} , B_{max} y el B_{qst} cuando proceda) que deberán registrarse se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

▼ B

b) Requisitos adicionales cuando se emplee un sistema activo

- 6) Cuando se empleen sistemas activos (actuadores de control basados en software o controladores lógicos programables), el fallo funcional conlleva un riesgo potencial verosímil de provocar «víctimas mortales» directas en cualquiera de los siguientes escenarios:

- 1) fallo en el sistema activo que da lugar a un incumplimiento de los valores límite para la seguridad en circulación (según se definen conforme a las ► M5 puntos ◀ 4.2.3.4.2.1 y 4.2.3.4.2.2);
- 2) fallo en el sistema activo que da lugar a que un vehículo se salga del ► M5 perfil ◀ de referencia cinemático de la caja del vehículo y el pantógrafo, debido a que el ángulo de inclinación (balanceo) supone el incumplimiento de los valores asumidos establecidos en la ► M5 punto ◀ 4.2.3.1.

Considerando la gravedad que implica la consecuencia del fallo, deberá demostrarse que existe un nivel aceptable de control del riesgo.

En la ► M5 punto ◀ 6.2.3.5 de la presente ETI se describe la demostración del cumplimiento (procedimiento de evaluación de la conformidad).

c) Requisitos adicionales cuando se instale un sistema de detección de inestabilidad (opción)

- 7) El sistema de detección de inestabilidad proporcionará información sobre la necesidad de adoptar medidas operativas (como la reducción de la velocidad, etc.) y se describirá en la documentación técnica. Las medidas operativas se describirán en la documentación técnica prevista en la ► M5 punto ◀ 4.2.12.4 de la presente ETI.

▼ M5

d) Requisitos adicionales relativos a la interfaz con el ETCS embarcado

- 8) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Estado del sistema de basculación» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

4.2.3.4.2.1. Valores límite para la seguridad en circulación

▼ M3

- 1) Los valores límite para la seguridad en circulación que la unidad debe cumplir se detallan en la especificación mencionada en el apéndice J-1, ► **M5** índice [9] ◀.

▼ B

4.2.3.4.2.2. Valores límites del esfuerzo sobre la vía

▼ M3

- 1) Los valores límite de esfuerzo sobre la vía que la unidad debe cumplir (cuando la evaluación se lleva a cabo por el método normal) se indican en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [9] ◀.

▼ B

- 2) En caso de que los valores estimados superen los valores límite indicados anteriormente, las condiciones de explotación del material rodante (por ejemplo, la velocidad máxima, la insuficiencia de peralte) podrán ajustarse teniendo en cuenta las características de la vía (por ejemplo, el radio de curva, la sección transversal del carril, la distancia entre traviesas, los intervalos de mantenimiento de la vía).

4.2.3.4.3. Conicidad equivalente

4.2.3.4.3.1. Valores teóricos de los perfiles de las ruedas nuevas

- 1) La ► **M5** punto ◀ 4.2.3.4.3 es aplicable a todas las unidades, a excepción de las unidades diseñadas para utilizarse en un ancho de vía de 1 520 mm o de 1 600 mm para las cuales los requisitos correspondientes son un punto abierto.
- 2) A fin de establecer la idoneidad de un nuevo perfil de rueda propuesto para la infraestructura con arreglo a la ETI de Infraestructura, se verificarán el nuevo perfil de rueda y la distancia entre las caras activas de las ruedas respecto a los objetivos de conicidad equivalente, mediante los escenarios de cálculo indicados en la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.6 de la presente ETI.
- 3) Las unidades equipadas con ruedas de giro independiente están exentas de estos requisitos.

4.2.3.4.3.2. Valores en servicio de la conicidad equivalente del eje montado

▼ M5

- 1) Las conicidades equivalentes combinadas para las que está diseñado el vehículo, verificadas mediante la demostración de la conformidad del comportamiento dinámico en circulación que se especifica en el punto 6.2.3.4, se especificarán para las condiciones en servicio en la documentación de mantenimiento conforme al punto 4.2.12.3.2, teniendo en cuenta las aportaciones de los perfiles de rueda y de carril.

▼ B

- 2) Si se observa inestabilidad durante la circulación, la empresa ferroviaria y el administrador de la infraestructura realizarán una investigación conjunta para localizar la sección de la línea.
- 3) La empresa ferroviaria llevará a cabo mediciones de los perfiles de las ruedas y de la distancia entre las caras externas (distancia de las caras activas) de los ejes montados en cuestión. La conicidad equivalente se calculará mediante los escenarios de cálculo previstos en la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.6 a fin de verificar que se ajusta a la conicidad equivalente máxima para la cual se diseñó y se ensayó el vehículo. Si no fuese el caso, deben corregirse los perfiles de las ruedas.
- 4) Si la conicidad del eje montado se ajusta a la conicidad equivalente máxima para la cual se proyectó y se ensayó el vehículo, la empresa ferroviaria y el administrador de la infraestructura realizarán una investigación conjunta para determinar las razones características de la inestabilidad.
- 5) Las unidades equipadas con ruedas de giro independiente están exentas de estos requisitos.

▼B

4.2.3.5. Órganos de rodadura

4.2.3.5.1. Diseño estructural del bastidor del bogie

- 1) En el caso de las unidades que incluyen un bastidor de bogie, la integridad de la estructura del bastidor del bogie, el alojamiento de la caja de grasa y de todos los equipos fijados al mismo se demostrará sobre la base de los métodos establecidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [11] ◀.
- 2) La conexión entre la caja y el bogie se ajustará a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [1] ◀.
- 3) Las hipótesis consideradas para evaluar las cargas debidas a la circulación de los bogies, de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [11] ◀ (fórmulas y coeficientes) se justificarán y documentarán en la documentación técnica descrita en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

4.2.3.5.2. Ejes montados

- 1) A los efectos de la presente ETI, la definición de ejes montados incluye las partes principales que aseguran la interfaz mecánica con la vía (ruedas y elementos de conexión: por ejemplo, eje transversal, eje de rueda independiente) y la partes accesorias (rodamientos del eje, cajas de grasa, transmisiones y frenos de disco).
- 2) El eje montado estará diseñado y fabricado mediante una metodología coherente utilizando un conjunto de casos de carga consistentes con las condiciones de carga definidas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.10 de la presente ETI.

4.2.3.5.2.1. Características mecánicas y geométricas de los ejes montados

Comportamiento mecánico de los ejes montados

- 1) Las características mecánicas de los ejes montados garantizarán el movimiento seguro del material rodante.

Las características mecánicas cubrirán:

— el montaje,

— la resistencia mecánica y las características de fatiga.

En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.7 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

Comportamiento mecánico de los ejes

- 2) Las características del eje asegurarán la transmisión de las fuerzas y el par.

En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.7 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

▼ B**Caso de unidades equipadas con ruedas de giro independiente****▼ M5**

- 3) Las características del extremo del eje (interfaz entre la rueda y el órgano de rodadura) asegurarán la transmisión de las fuerzas y el par.

El procedimiento de evaluación de la conformidad será conforme al punto 6.2.3.7, punto 7.

▼ B**Comportamiento mecánico de las cajas de grasa**

- 4) Las cajas de grasa estarán diseñadas teniendo en cuenta la resistencia mecánica y las características de fatiga.

En la ► M5 punto ◀ 6.2.3.7 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

- 5) Los límites de temperatura se definirán mediante ensayos y se registrarán en la documentación técnica descrita en la ► M5 punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

La monitorización del estado de los rodamientos del eje se define en la ► M5 punto ◀ 4.2.3.3.2 de la presente ETI.

Dimensiones geométricas de los ejes montados

- 6) Las dimensiones geométricas de los ejes montados (definidas en la figura 1) se ajustarán a los valores límite especificados en el cuadro 1 para el ancho de vía pertinente.

Estos valores límite se tomarán como valores de diseño (ejes montados nuevos) y como valores límite en servicio (aplicables con fines de mantenimiento; véase también la ► M5 punto ◀ 4.5 de la presente ETI).

Cuadro 1

Límites en servicio de las dimensiones geométricas de los ejes montados

Denominación		Diámetro de rueda D [mm]	Valor mínimo [mm]	Valor máximo [mm]
1 435 mm	Separación entre caras activas de pestaña (S_R) $S_R = A_R + S_{d,izquierda} + S_{d,derecha}$	$330 \leq D \leq 760$	1 415	1 426
		$760 < D \leq 840$	1 412	
		$D > 840$	1 410	
	Separación entre caras internas de rueda (A_R)	$330 \leq D \leq 760$	1 359	1 363
		$760 < D \leq 840$	1 358	
		$D > 840$	1 357	

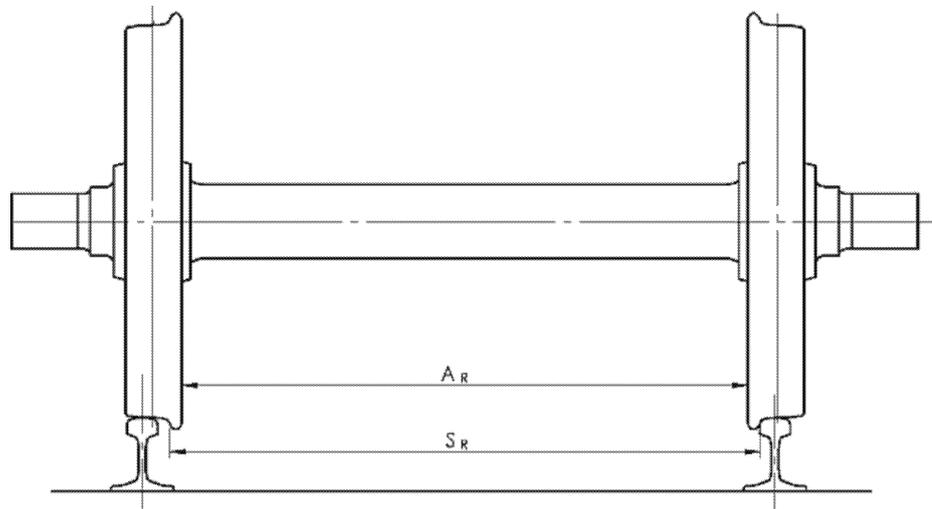
▼B

Denominación		Diámetro de rueda D [mm]	Valor mínimo [mm]	Valor máximo [mm]
1 524 mm	Separación entre caras activas de pestaña (S _R)	400 ≤ D < 725	1 506	1 509
	S _R = A _R + S _{d,izquierda} + S _{d,derecha}	D ≥ 725	1 487	1 514
	Separación entre caras internas de rueda (A _R)	400 ≤ D < 725	1 444	1 446
		D ≥ 725	1 442	1 448
1 520 mm	Separación entre caras activas de pestaña (S _R)	400 ≤ D ≤ 1 220	1 487	1 509
	S _R = A _R + S _{d,izquierda} + S _{d,derecha}			
1 600 mm	Separación entre caras internas de rueda (A _R)	400 ≤ D ≤ 1 220	1 437	1 443
1 600 mm	Separación entre caras activas de pestaña (S _R)	690 ≤ D ≤ 1 016	1 573	1 592
	S _R = A _R + S _{d,izquierda} + S _{d,derecha}			
1 600 mm	Separación entre caras internas de rueda (A _R)	690 ≤ D ≤ 1 016	1 521	1 526
1 668 mm	Separación entre caras activas de pestaña (S _R)	330 ≤ D < 840	1 648	1 659
	S _R = A _R + S _{d,izquierda} + S _{d,derecha}	840 ≤ D ≤ 1 250	1 643	1 659
	Separación entre caras internas de rueda (A _R)	330 ≤ D < 840	1 592	1 596
		840 ≤ D ≤ 1 250	1 590	1 596

La dimensión A_R se mide a la altura de cabeza del carril. Las dimensiones A_R y S_R se respetarán en tara y carga. El fabricante podrá especificar en la documentación de mantenimiento tolerancias inferiores para los valores en servicio, dentro de los límites anteriores. La dimensión S_R se mide a 10 mm sobre la banda de rodamiento (como se muestra en la figura 2).

Figura 1

Símbolos de los ejes montados



▼ **B**

4.2.3.5.2.2 Características mecánicas y geométricas de las ruedas

Comportamiento mecánico de las ruedas

- 1) Las características de las ruedas garantizarán el movimiento seguro del material rodante y contribuirán a guiarlo.

En la ► **M5** punto ◀ 6.1.3.1 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

Dimensiones geométricas de las ruedas

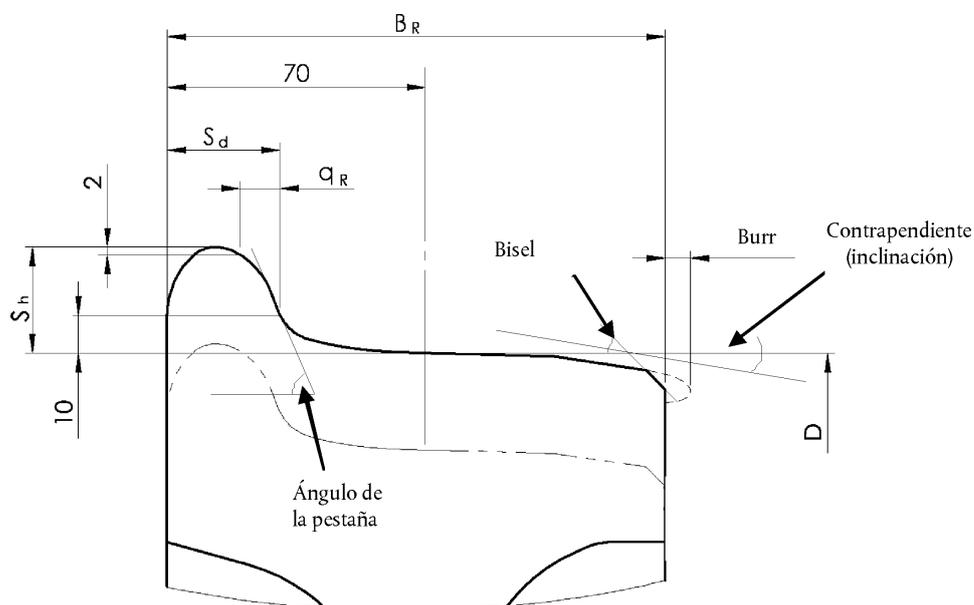
- 2) Las dimensiones geométricas de las ruedas (definidas en la figura 2) se ajustarán a los valores límite especificados en el cuadro 2. Estos valores límite se tomarán como valores teóricos (ruedas nuevas) y como valores límite en servicio (aplicables con fines de mantenimiento; véase también la ► **M5** punto ◀ 4.5).

Cuadro 2

Límites en servicio de las dimensiones geométricas de las ruedas

Denominación	Diámetro de la rueda D (mm)	Valor mínimo	Valor máximo (mm)
Anchura de llanta ($B_R + \text{Burr}$)	$D \geq 330$	133	145
Espesor de pestaña (S_d)	$D > 840$	22	33
	$760 < D \leq 840$	25	
	$330 \leq D \leq 760$	27,5	
Altura de pestaña (S_h)	$D > 760$	27,5	36
	$630 < D \leq 760$	29,5	
	$330 \leq D \leq 630$	31,5	
Inclinación de la pestaña (q_R)	≥ 330	6,5	

Figura 1

Símbolos para las ruedas

▼ B

- 3) Las unidades equipadas con ruedas de giro independiente cumplirán, además de los requisitos de la presente ►**M5** punto ◀, relativos a las ruedas, los requisitos de la presente ETI sobre las características geométricas de los ejes montados, definidas en la ►**M5** punto ◀ 4.2.3.5.2.1.

▼ M34.2.3.5.3. *Sistemas automáticos de cambio de ancho*

- 1) Este requisito se aplica a unidades equipadas con un sistema automático de cambio de ancho con mecanismo de cambio de la posición axial de las ruedas, lo que permite que la unidad sea compatible con anchos de vía de 1 435 mm y otros dentro del ámbito de aplicación de la presente ETI al pasar a través de una instalación de cambio de ancho de vía.
- 2) El mecanismo de cambio asegurará que la rueda permanezca bloqueada en la posición axial prevista.
- 3) Después de pasar a través de una instalación de cambio de vía, se verificará el estado del sistema de bloqueo (bloqueado o desbloqueado) y de la posición de las ruedas mediante uno o varios de los siguientes medios: control visual, sistema de control a bordo o sistema de control de la infraestructura/instalación. En caso de que se haga mediante sistema de control a bordo, se podrá controlar de manera continua.
- 4) Si un órgano de rodadura está equipado con equipos de frenado objetos de un cambio en la posición durante la operación de cambio del ancho de vía, el sistema automático de cambio de ancho garantizará la posición y el bloqueo seguro en la posición correcta de dicho equipo de manera simultánea al de las ruedas.
- 5) El fallo del bloqueo de la posición de las ruedas y el equipo de frenado (si procede) durante la operación conlleva un riesgo potencial verosímil de provocar un accidente catastrófico directo (con múltiples víctimas mortales como resultado); en consideración de la gravedad que implica la consecuencia del fallo, deberá demostrarse que existe un nivel aceptable de control del riesgo.
- 6) El sistema automático de cambio de ancho se define como un componente de interoperabilidad (►**M5** punto ◀ 5.3.4b). El procedimiento de evaluación de conformidad se especifica en las ►**M5** puntos ◀ 6.1.3.1a (nivel de CI), 6.2.3.5 (requisito de seguridad) y 6.2.3.7b (nivel de subsistema) de la presente ETI.
- 7) Los anchos de vía con los que la unidad es compatible serán registrados en la documentación técnica. Asimismo, deberá incluirse en la documentación técnica una descripción de la operación de cambio en modo normal, así como los tipos de instalaciones de cambio de ancho de vía con los que la unidad es compatible (véase también el punto 1 de la ►**M5** punto ◀ 4.2.12.4 de la presente ETI).
- 8) Los requisitos y las evaluaciones de conformidad exigidos en otras secciones de la presente ETI se aplican de manera independiente en cada posición de la rueda correspondiente a un ancho de vía, y deben ser documentadas en consecuencia

▼B

4.2.3.6. Radio mínimo de curva

- 1) El radio mínimo de curva a negociar será de 150 m para todas las unidades.

▼M5

4.2.3.7. Protección quitapiedras

- 1) Este requisito se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Las ruedas estarán protegidas contra daños causados por la existencia de pequeños objetos en los carriles mediante protecciones quitapiedras instaladas delante de las ruedas del eje delantero.
- 3) Las protecciones quitapiedras se ajustarán a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3].

▼B4.2.4. *Frenado*

4.2.4.1. Aspectos generales

- 1) La finalidad del sistema de frenado del tren es asegurar que la velocidad puede reducirse o mantenerse en una pendiente, o que el tren puede detenerse dentro de la distancia máxima de frenado permisible. El frenado también asegura la inmovilización del tren.
- 2) Los factores principales que influyen en las prestaciones del freno son la potencia de frenado (producción de la fuerza de frenado), la masa del tren, la resistencia del tren al avance, la velocidad y la adherencia disponible.
- 3) Las prestaciones de una unidad determinada, en el caso de unidades que circulen en varias formaciones de tren, se definirán de tal manera que, a partir de ellas, puedan obtenerse las prestaciones de frenado globales del tren.
- 4) Las prestaciones de frenado se determinarán mediante los perfiles de deceleración (deceleración = F (velocidad) y tiempo de respuesta equivalente).

También podrán utilizarse la distancia de parada, el porcentaje de peso-freno (también denominado «lambda» o «porcentaje de la masa frenada») y la masa frenada, y pueden obtenerse (directamente o mediante la distancia de parada) mediante cálculo a partir de los perfiles de deceleración.

Las prestaciones de frenado podrían variar con la masa del tren o vehículo.

▼ B

- 5) Las prestaciones mínimas de frenado de un tren requeridas para que circule por una línea a una velocidad prevista depende de las características de la línea (sistema de señalización, velocidad máxima, gradientes, margen de seguridad de la línea, etc.) y es una característica de la infraestructura.

Los datos principales del tren o del vehículo que caracterizan las prestaciones de frenado están definidos en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.5 de la presente ETI.

4.2.4.2. Principales requisitos funcionales y de seguridad

4.2.4.2.1. Requisitos funcionales

Los siguientes requisitos se aplican a todas las unidades.

Las unidades estarán equipadas con:

- 1) una función principal de frenado utilizada durante la explotación para el frenado de servicio y de emergencia;
- 2) una función de frenado de estacionamiento, utilizada cuando el tren está estacionado, que permita la aplicación de una fuerza de frenado sin ninguna energía disponible a bordo durante un período de tiempo ilimitado.

La función principal de frenado del tren será:

- 3) continua: la señal de aplicación del freno se transmitirá de un mando central a todo el tren por una línea de control;
- 4) automática: cualquier interrupción accidental (pérdida de integridad, línea desactivada, etc.) de la línea de control dará lugar a la activación del freno en todos los vehículos del tren.
- 5) Está permitido complementar la función principal de frenado mediante otros sistemas de frenado adicionales descritos en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.7 (freno dinámico: sistema de frenado ligado al sistema de tracción) o en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.8 (sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia).
- 6) La disipación de la energía de frenado se tendrá en cuenta en el diseño del sistema de frenado y no causará ningún daño a los componentes de dicho sistema en condiciones de funcionamiento normales, lo cual se verificará mediante cálculo según lo dispuesto en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.5.4 de la presente ETI.

También se tendrá en cuenta en el diseño del material rodante la temperatura alcanzada en torno a los componentes del freno.

▼B

- 7) En el diseño del sistema de frenado se incluirán medios para supervisar y poder realizar comprobaciones según lo especificado en la ►**M5** punto ◀ 4.2.4.9 de la presente ETI.

Los requisitos indicados a continuación en la presente ►**M5** punto ◀ 4.2.4.2.1 se aplican a nivel de tren a las unidades para las cuales se han definido en la fase de diseño la formación o las formaciones de explotación (es decir, unidad evaluada en formación fija, unidad evaluada en una o varias formaciones predefinidas, locomotora explotada de manera independiente).

- 8) Las prestaciones de frenado serán concordantes con los requisitos de seguridad indicados en la ►**M5** punto ◀ 4.2.4.2.2 en caso de interrupción accidental de la línea de control del frenado y también en caso de interrupción del suministro de energía de frenado, interrupción del suministro eléctrico o cualquier otro fallo del abastecimiento de energía.
- 9) En particular, deberá haber suficiente energía de frenado disponible a bordo del tren (energía almacenada), distribuida a lo largo del tren de manera coherente con el diseño del sistema de frenado, para asegurar la aplicación de los esfuerzos de frenado requeridos.
- 10) En el diseño del sistema de frenado se considerarán sucesivas activaciones y liberaciones del sistema de frenado (inagotabilidad).
- 11) En caso de separación accidental del tren, deberán poder detenerse las dos partes del tren; no se requiere que las prestaciones de frenado en las dos partes del tren sean idénticas a las que se obtienen en modo normal.
- 12) En caso de interrupción del suministro de energía de frenado o de avería de la alimentación eléctrica, será posible parar y retener en posición estacionaria una unidad con carga de frenado máxima (según se define en la ►**M5** punto ◀ 4.2.4.5.2) en una rampa o pendiente del 40 ‰ aplicando únicamente el freno de fricción del sistema principal de frenado durante al menos dos horas.
- 13) El sistema de control de frenado de la unidad tendrá tres modos de control:
- freno de emergencia: aplicación de un esfuerzo de frenado predefinido en un tiempo de respuesta máximo predefinido a fin de detener el tren con un nivel de prestaciones de frenado definido,
 - frenado de servicio: aplicación de un esfuerzo de frenado ajustable a fin de controlar la velocidad del tren, incluyendo la parada y la inmovilización temporal,

▼ B

— frenado de estacionamiento: aplicación de un esfuerzo de frenado que mantenga el tren (o el vehículo) permanentemente inmovilizado en posición estacionaria sin ninguna energía disponible a bordo.

- 14) Cualquier orden de activación del freno, sea cual sea el modo de control, tomará el control del sistema de frenado, incluso en el caso de una orden activa de liberación del freno; está permitido no aplicar este requisito cuando el maquinista anule intencionadamente la orden de activación del freno (por ejemplo, anulación de alarma de viajeros, desenganche, etc.).
- 15) Para velocidades superiores a 5 km/h, el jerk (derivada de la aceleración) máximo debido a la activación de los frenos será inferior a 4 m/s³. El comportamiento del jerk podrá obtenerse a partir del cálculo y de la evaluación del comportamiento de deceleración medido durante los ensayos de frenado (conforme a las ► **M5** puntos ◀ 6.2.3.8 y 6.2.3.9).

4.2.4.2.2. Requisitos de seguridad

- 1) El sistema de frenado es el medio para detener un tren y, por tanto, contribuye al nivel de seguridad del sistema ferroviario.

Los requisitos funcionales indicados en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.2.1 contribuyen a asegurar el funcionamiento seguro del sistema de frenado; sin embargo, es necesario llevar a cabo un análisis de riesgos para evaluar las prestaciones de frenado, dados los diversos componentes que intervienen.

- 2) Para los escenarios de peligro considerados, se cumplirán los requisitos de seguridad correspondientes definidos a continuación en el cuadro 3.

Cuando este cuadro especifique una situación que revista gravedad, se demostrará que existe un nivel aceptable de control del riesgo correspondiente, considerando el fallo funcional y el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa la situación de gravedad definida en el cuadro.

Cuadro 3

Sistema de frenado: requisitos de seguridad

	Fallo funcional con su escenario de peligro	Requisito de seguridad que debe cumplirse	
		Situación de gravedad o consecuencia asociada que debe evitarse	Número mínimo permitido de combinaciones de fallos

Nº 1

Aplicable a unidades equipadas con cabina (mando del freno)		
Tras la activación de una orden de frenado de emergencia no se produce la deceleración del tren debido a una avería en el sistema de frenado (pérdida completa y permanente de la fuerza de frenado).	Víctimas mortales	2 (no se acepta fallo único)
<i>Nota:</i> Debe considerarse la activación por el maquinista o por el sistema de control-mando y señalización. La activación por los viajeros (alarma) no es pertinente para el presente escenario.		

▼ B

		Requisito de seguridad que debe cumplirse	
	Fallo funcional con su escenario de peligro	Situación de gravedad o consecuencia asociada que debe evitarse	Número mínimo permitido de combinaciones de fallos

Nº 2

Aplicable a unidades equipadas con equipo de tracción		
Tras la activación de una orden de frenado de emergencia no se produce la deceleración del tren debido a una avería en el sistema de tracción (esfuerzo de tracción \geq esfuerzo de frenado).	Víctimas mortales	2 (no se acepta fallo único)

Nº 3

Aplicable a todas las unidades		
Tras la activación de una orden de frenado de emergencia, la distancia de parada es superior a la del modo normal debido a una o varias averías en el sistema de frenado. <i>Nota:</i> Las prestaciones del modo normal se definen en la punto 4.2.4.5.2.	No aplicable	Se identificará(n) fallo(s) en punto(s) único(s) que tenga(n) como resultado la mayor distancia de parada calculada, y se determinará el aumento de la distancia de frenado en comparación con el modo normal (sin fallo).

Nº 4

Aplicable a todas las unidades		
Tras la activación de una orden de frenado de estacionamiento, no se aplica ningún esfuerzo de frenado de estacionamiento (pérdida completa y permanente de la fuerza de frenado de estacionamiento).	No aplicable	2 (no se acepta fallo único)

En el estudio de seguridad se considerarán sistemas de frenado adicionales bajo las condiciones especificadas en las ►**M5** puntos ◀ 4.2.4.7 y 4.2.4.8.

En la ►**M5** punto ◀ 6.2.3.5 de la presente ETI se describe la demostración del cumplimiento (procedimiento de evaluación de la conformidad).

▼ M5

4.2.4.3. Tipo de sistema de freno

- 1) Las unidades diseñadas y evaluadas para ser operadas en condiciones de explotación general (varias formaciones de vehículos de diferentes orígenes; formación del tren no definida en la fase de diseño) en sistemas de ancho de vía distintos del sistema de 1 520 mm irán equipadas con un sistema de freno que tenga una tubería de freno compatible con el sistema de freno UIC. Con este fin, la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [12], especifica los principios que deben aplicarse.

▼ M5

Este requisito se establece para asegurar la compatibilidad técnica de la función de frenado entre vehículos de diferentes orígenes que compongan un tren.

- 2) No existe un requisito concreto respecto al tipo de sistema de freno para las unidades (ramas o vehículos) evaluadas en formación fija o predefinida.
- 3) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Presión de freno» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].
- 4) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Estado del freno especial: freno electroneumático» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

4.2.4.4. Mando de freno

4.2.4.4.1. Mando de freno de emergencia

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Deberá poder disponerse de al menos dos dispositivos de mando de freno de emergencia independientes que permitan la activación del freno de emergencia mediante un único gesto sencillo del maquinista en su posición de conducción normal, con una sola mano.

La activación secuencial de estos dos dispositivos podrá considerarse en la demostración del cumplimiento del requisito nº 1 del cuadro 3 de la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.2.2.

Uno de estos dispositivos tendrá un botón pulsador rojo (seta de emergencia).

La posición de activación del freno de emergencia en estos dos dispositivos estará bloqueada automáticamente mediante un dispositivo mecánico; el desbloqueo de esta posición solo será posible mediante una actuación intencional.

▼ M5

- 3) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Orden de freno de emergencia» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

- 4) A menos que se anule la orden, la activación del freno de emergencia dará lugar de manera permanente y automática a las siguientes actuaciones:

— transmisión de una orden de frenado de emergencia a lo largo del tren por la línea de control del freno,

▼ B

— corte total del esfuerzo de tracción en menos de 2 segundos; este corte no podrá suprimirse hasta que el maquinista anule la orden de tracción,

— inhibición de todas las órdenes o actuaciones de «liberación del freno».

4.2.4.4.2 Mando de freno de servicio

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) La función de frenado de servicio permitirá que el maquinista ajuste el esfuerzo de frenado (mediante activación o liberación) entre un valor máximo y un valor mínimo dentro de un margen de al menos siete pasos (incluidos el esfuerzo de frenado máximo y la liberación del freno), a fin de controlar la velocidad del tren.
- 3) El mando de frenado de servicio solo estará activo en un lugar de un tren. Para cumplir este requisito, deberá poder aislarse la función de frenado de servicio del mando de freno de servicio o de los demás mandos de freno de servicio de la(s) unidad(es) de la formación de un tren, según lo definido para las formaciones fijas y predefinidas.
- 4) Cuando la velocidad del tren sea superior a 15 km/h, la activación del freno de servicio por parte del maquinista llevará automáticamente al corte total del esfuerzo de tracción; este corte no podrá suprimirse hasta que el maquinista anule la orden de tracción.

▼ M5

- 5) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Orden de freno de servicio» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

Notas:

— Cuando el freno de servicio y la tracción están controlados mediante regulación automática de la velocidad, no se requiere que el maquinista suprima el corte de la tracción.

— Podrá utilizarse intencionadamente un freno de fricción a una velocidad superior a 15 km/h, con tracción aplicada, y con fines específicos (descongelación, limpieza de los componentes del freno, etc.); no deberán poder utilizarse estas funciones especiales en caso de activación del freno de emergencia o de servicio.

4.2.4.4.3 Mando de freno directo

- 1) Las locomotoras (unidades diseñadas para remolcar vagones de mercancías o coches de viajeros) irán equipadas para su explotación general con un sistema de freno directo.

▼ B

- 2) El sistema de freno directo permitirá la aplicación de un esfuerzo de frenado a la unidad o las unidades que interese, de manera independiente al mando de freno principal, sin que se aplique el freno a las demás unidades del tren.

4.2.4.4.4 Mando de freno dinámico

Cuando una unidad esté equipada con un sistema de freno dinámico:

- 1) Deberá poder evitarse el uso del frenado de recuperación en las unidades eléctricas, de tal manera que no haya retorno de energía a la línea aérea de contacto cuando se circule por una línea que no lo permita.

Véase también la ► **M5** punto ◀ 4.2.8.2.3 sobre el freno de recuperación.

- 2) Estará permitido utilizar un freno dinámico independientemente de los demás sistemas de frenado o de manera conjunta con otros sistemas de frenado (*blending*).
- 3) En el caso de que en las locomotoras se utilice el freno dinámico independientemente de otros sistemas de frenado, deberá ser posible limitar a valores predefinidos el valor máximo y la tasa de variación del esfuerzo de frenado.

Nota: Esta limitación se refiere a las fuerzas transmitidas a la vía cuando la(s) locomotora(s) está(n) integrada(s) en un tren. Podrá aplicarse en la explotación, determinando los valores necesarios para garantizar la compatibilidad con la línea de que se trate (p. ej., línea con alta pendiente y curvas de radio pequeño).

▼ M5

- 4) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de recuperación» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de recuperación por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 5) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Inhibición del freno especial. Órdenes del SMT: freno de recuperación» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de recuperación por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

▼ B

4.2.4.4.5 Mando de freno de estacionamiento

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades.
- 2) La orden de frenado de estacionamiento llevará a la aplicación de un esfuerzo de frenado definido durante un período de tiempo ilimitado durante el cual pudiera no existir ningún tipo de energía a bordo.
- 3) Deberá poderse liberar el freno de estacionamiento en parado, también con fines de rescate.
- 4) Para las unidades evaluadas en formaciones fijas o predefinidas y para las locomotoras evaluadas para explotación general, la orden de frenado de estacionamiento se activará automáticamente cuando se desconecte la unidad. Para otras unidades, la orden de frenado de estacionamiento se activará bien manualmente o bien automáticamente cuando se desconecte la unidad.

Nota: La aplicación del esfuerzo de frenado de estacionamiento podrá depender de la situación en que se encuentre la función del freno principal; será efectiva cuando la energía a bordo para aplicar la función del freno principal se pierda o vaya a aumentar o a disminuir (tras haberse conectado o desconectado la unidad).

4.2.4.5. Prestaciones de frenado

4.2.4.5.1 Requisitos generales

▼ M5

- 1) Las prestaciones de frenado de la unidad (rama o vehículo) [deceleración = F (velocidad) y tiempo de respuesta equivalente] se determinarán mediante cálculo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [13] o bien índice [14], considerándose una vía nivelada.

Cada cálculo se efectuará para diámetros de rueda correspondientes a ruedas nuevas, seminuevas y desgastadas, e incluirá el cálculo del nivel de adherencia rueda-carril necesario (véase el punto 4.2.4.6.1).

- 2) Se justificarán los coeficientes de fricción utilizados por el equipo de frenado de fricción y considerados en el cálculo (véase la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [13]).

▼ B

- 3) El cálculo de las prestaciones de frenado se hará para los dos modos de control: el frenado de emergencia y el frenado de servicio máximo.
- 4) El cálculo de las prestaciones de frenado se efectuará en la fase de diseño y se revisará (corrección de los parámetros) después de los ensayos físicos requeridos en las ► **M5** puntos ◀ 6.2.3.8 y 6.2.3.9, de modo que concuerde con los resultados de estas pruebas.

El cálculo final de las prestaciones de frenado (en concordancia con los resultados de los ensayos) formará parte de la documentación técnica especificada en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.

▼ B

- 5) La deceleración media máxima desarrollada utilizando todos los frenos, incluido el freno, independiente de la adherencia rueda-carril, será inferior a $2,5 \text{ m/s}^2$; este requisito está relacionado con la resistencia longitudinal de la vía.

▼ M5

4.2.4.5.2. Frenado de emergencia

Tiempo de respuesta

- 1) Para las unidades evaluadas en formación o formaciones fijas o predefinidas, el tiempo de respuesta equivalente y el tiempo de retardo evaluados sobre el esfuerzo total de frenado de emergencia desarrollado en caso de orden de freno de emergencia serán inferiores a los valores siguientes:

— tiempo de respuesta equivalente:

— 3 segundos para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h

— 5 segundos para otras unidades

— tiempo de retardo: 2 segundos

El «tiempo de respuesta equivalente» y el «tiempo de retardo» se evaluarán sobre la base del esfuerzo total de frenado, o sobre la base de la presión en los cilindros de los frenos para el caso de los sistemas de frenos neumáticos, de acuerdo con la definición de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [13].

- 2) En el caso de las unidades diseñadas y evaluadas para explotación general, el tiempo de respuesta será el especificado para el sistema de freno UIC (véase también el punto 4.2.4.3: el sistema de freno será compatible con el sistema UIC).

Cálculo de la deceleración

- 3) Para todas las unidades, el cálculo de las prestaciones de frenado de emergencia se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [13] o bien índice [14]; se determinarán el perfil de deceleración y las distancias de parada a las velocidades iniciales siguientes (si son inferiores a la velocidad máxima de diseño de la unidad): 30 km/h; 100 km/h; 120 km/h; 140 km/h; 160 km/h; 200 km/h; 230 km/h; 300 km/h; la velocidad máxima de diseño de la unidad.
- 4) En el caso de las unidades diseñadas y evaluadas para explotación general, también se determinará el porcentaje de peso-freno (λ).

La especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [65], especifica cómo pueden obtenerse otros parámetros (el porcentaje de peso-freno [λ], la masa frenada) a partir del cálculo de la deceleración o de la distancia de parada de la unidad.

▼ M5

- 5) El cálculo de las prestaciones de frenado de emergencia se efectuará con un sistema de frenado en dos modos diferentes y considerando condiciones degradadas:

— Modo normal: sin ninguna avería en el sistema de frenado y con un valor nominal de los coeficientes de fricción (correspondiente a condiciones secas) utilizados por el equipo de frenado de fricción. Este cálculo proporciona el modo normal de las prestaciones de frenado.

— Modo degradado: el correspondiente a los fallos de los sistemas de freno considerados en el punto 4.2.4.2.2, riesgo n.º 3, y al valor nominal de los coeficientes de fricción utilizados por el equipo de frenado de fricción. En el modo degradado, se considerarán posibles fallos únicos; con ese fin, se determinarán las prestaciones de frenado de emergencia para el caso de fallos en un único punto que den lugar a la mayor distancia de parada; el fallo único asociado se especificará claramente (componente implicado y modo de fallo, así como índice de fallos si se conoce).

— Condiciones degradadas: además, el cálculo de las prestaciones de frenado de emergencia se efectuará con valores reducidos del coeficiente de fricción, considerando los valores límite ambientales (influencia externa) de temperatura y humedad (véase la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [67] o bien índice [68]).

Nota: Estos diferentes modos y condiciones tienen que considerarse especialmente cuando se instalen sistemas avanzados de control-mando y señalización (como el ETCS), con el fin de optimizar el sistema ferroviario.

- 6) El cálculo de las prestaciones de frenado de emergencia se hará para las tres condiciones de carga siguientes:

— carga mínima: «masa de diseño en orden de trabajo» (según se describe en el punto 4.2.2.10),

— carga normal: «masa de diseño bajo carga útil normal» (según se describe en el punto 4.2.2.10),

— carga de frenado máxima: condición de carga inferior o igual a la «masa de diseño bajo carga útil excepcional» (según se describe en el punto 4.2.2.10).

En caso de que esta condición de carga sea inferior a la «masa de diseño bajo carga útil excepcional», ello deberá justificarse y documentarse en la documentación general descrita en el punto 4.2.12.2.

- 7) Se efectuarán ensayos para validar el cálculo del frenado de emergencia de acuerdo con el procedimiento de evaluación de la conformidad especificado en el punto 6.2.3.8.

▼ M5

- 8) Para cada condición de carga, se registrará en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.2 el resultado menor (es decir, el que dé lugar a la distancia de parada más larga) de los cálculos de las «prestaciones de frenado de emergencia en modo normal» a la velocidad máxima de diseño (revisada según los resultados de los ensayos requeridos anteriormente).
- 9) Adicionalmente, para las unidades evaluadas en una formación fija o predefinida cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h, la distancia de parada en el caso de «prestaciones de frenado de emergencia en modo normal» no será superior a los siguientes valores para la condición de carga correspondiente a «carga normal»:
 - 5 360 m a partir de la velocidad de 350 km/h (si \leq velocidad máxima de diseño),
 - 3 650 m a partir de la velocidad 300 km/h (si \leq velocidad máxima de diseño),
 - 2 430 m a partir de la velocidad 250 km/h,
 - 1 500 m a partir de la velocidad 200 km/h.

▼ B

4.2.4.5.3. Frenado de servicio

Cálculo de la deceleración**▼ M5**

- 1) Para todas las unidades, el cálculo de las prestaciones del frenado de servicio máximo se efectuará de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [13] o bien índice [14], con un sistema de frenado en modo normal, con el valor nominal de los coeficientes de fricción utilizados por el equipo del freno de fricción para la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil normal» a la velocidad máxima de diseño.
- 2) Se efectuarán ensayos para validar el cálculo del frenado de servicio máximo de acuerdo con el procedimiento de evaluación de la conformidad especificado en el punto 6.2.3.9.

▼ B**Prestaciones máximas del frenado de servicio**

- 3) Cuando el frenado de servicio tenga mayores prestaciones teóricas que el frenado de emergencia, deberán poder limitarse las prestaciones máximas del frenado de servicio (mediante el diseño del sistema de control del frenado o por medio de actividades de mantenimiento) a un nivel inferior a las prestaciones del frenado de emergencia.

Nota: Cualquier Estado miembro podrá pedir que las prestaciones del frenado de emergencia se sitúen a un nivel superior a las prestaciones máximas del frenado de servicio por razones de seguridad, pero, en cualquier caso, no podrá impedir el acceso de las empresas ferroviarias que utilicen unas prestaciones máximas de frenado de servicio superiores, a no ser que dicho Estado miembro pueda demostrar que se pone en peligro el nivel de seguridad nacional.

▼B

4.2.4.5.4 Cálculos relacionados con la capacidad térmica

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades.
- 2) Para el material rodante auxiliar (OTM), está permitido verificar este requisito mediante mediciones de temperatura en las ruedas y el equipo de frenado.
- 3) La capacidad de energía de frenado se verificará mediante un cálculo que muestre que el sistema de frenado en modo normal está diseñado para soportar la disipación de la energía de frenado. Los valores de referencia utilizados en este cálculo para los componentes del sistema de frenado que disipan energía estarán validados bien mediante un ensayo térmico o bien por experiencia previa.

Este cálculo incluirá un escenario consistente en dos aplicaciones sucesivas del freno de emergencia desde la velocidad máxima (el intervalo de tiempo corresponde al tiempo necesario para acelerar el tren hasta la velocidad máxima) en vía nivelada para la condición de carga «carga de frenado máxima».

Cuando se trate de una unidad que no pueda circular sola como un tren, se informará del intervalo de tiempo entre las dos aplicaciones sucesivas del freno de emergencia utilizado en el cálculo.

- 4) También se definirán el gradiente máximo de la línea, la longitud asociada y la velocidad de servicio para la que está diseñado el sistema de frenado en relación con la capacidad de energía térmica del freno mediante un cálculo para la condición de carga «carga de frenado máxima», usándose el freno de servicio para mantener el tren a una velocidad de servicio constante.

El resultado (gradiente máximo de la línea, longitud asociada y velocidad de servicio) se consignará en la documentación del material rodante definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

Se propone el siguiente «caso de referencia» para la pendiente a considerar: mantener una velocidad de 80 km/h en una pendiente de gradiente constante de 21 ‰ a lo largo de una distancia de 46 km. Si se utiliza este caso de referencia, en la documentación podrá mencionarse simplemente su nivel de cumplimiento.

- 5) En el caso de las unidades evaluadas en formación fija o predefinida de velocidad máxima de diseño superior o igual a 250 km/h, estas se diseñarán para utilizarse con sistema de frenado en modo normal y condición de carga «carga de frenado máxima» a una velocidad igual al 90 ‰ de la velocidad de servicio máxima, en pendientes descendentes máximas de 25 ‰, durante 10 km, y en pendientes descendentes máximas de 35 ‰, durante 6 km.

4.2.4.5.5 Freno de estacionamiento

Prestaciones

- 1) Toda unidad (tren o vehículo) en la condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo» sin ningún tipo de suministro de energía y en situación estacionaria en una pendiente con un gradiente de 40 ‰ se mantendrá permanentemente inmovilizada.

▼ B

- 2) La inmovilización se conseguirá por medio de la función de freno de estacionamiento, y por medios adicionales (por ejemplo, calces) en caso de que el freno de estacionamiento no pueda lograr las prestaciones por sí solo; los medios adicionales requeridos estarán disponibles a bordo del tren.

Cálculo:

- 3) Las prestaciones del frenado de estacionamiento de la unidad (tren o vehículo) se calcularán según se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [13] ◀. El resultado (gradiente en el que la unidad se mantiene inmovilizada únicamente mediante el freno de estacionamiento) se consignará en la documentación técnica definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

4.2.4.6. Perfil de adherencia rueda-carril: sistema de protección antideslizamiento

▼ M5

4.2.4.6.1. Límite del perfil de adherencia rueda-carril

- 1) El sistema de frenado de una unidad estará diseñado de manera que las prestaciones del freno de emergencia (incluido el freno dinámico si este contribuye a las prestaciones) y las prestaciones del freno de servicio (sin freno dinámico) no asuman una adherencia rueda-carril (calculada para cada eje montado, en el intervalo de velocidad > 30 km/h y < 250 km/h) superior a 0,15 con las siguientes excepciones:

— para las unidades evaluadas en formaciones fijas o predefinidas que tengan 7 ejes o menos, la adherencia rueda-carril calculada no será superior a 0,13,

— para las unidades evaluadas en formaciones fijas o predefinidas que tengan 20 ejes o más, será permisible que la adherencia rueda-carril calculada para el caso de «carga mínima» sea superior a 0,15, pero no será superior a 0,17.

Nota: Para el caso de «carga normal» no se contemplan excepciones; es de aplicación el valor límite de 0,15.

Este número mínimo de ejes podrá reducirse a 16 si el ensayo requerido en el punto 4.2.4.6.2 relativo a la eficiencia del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas se efectúa para el caso de «carga mínima» y da un resultado positivo.

En el intervalo de velocidad > 250 km/h y ≤ 350 km/h, los tres valores límite anteriores disminuirán linealmente hasta reducirse en 0,05 a 350 km/h.

- 2) El requisito anterior se aplicará también para el mando de freno directo descrito en el punto 4.2.4.4.3.

▼ M5

- 3) El diseño de una unidad no asumirá una adherencia rueda-carril superior a 0,12 cuando se calculen las prestaciones del freno de estacionamiento.
- 4) Estos límites de adherencia rueda-carril se verificarán mediante cálculo con el diámetro de rueda más pequeño y con las tres condiciones de carga consideradas en el punto 4.2.4.5.2.

Todos los valores de adherencia se redondearán a dos decimales.

4.2.4.6.2. Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (WSP)

- 1) El sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (WSP) es un sistema diseñado para aprovechar al máximo la adherencia disponible mediante una reducción y un restablecimiento controlados del esfuerzo de frenado, a fin de evitar que los ejes montados se bloqueen y se deslicen descontroladamente, con lo que se minimiza el aumento de la distancia de parada y los posibles daños en las ruedas.

Requisitos sobre la presencia y la utilización de un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas en la unidad:

- 2) Las unidades diseñadas para una velocidad de servicio máxima superior a 150 km/h estarán equipadas con un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas.
- 3) Las unidades equipadas con frenos que actúan sobre la banda de rodadura, con unas prestaciones de frenado que supongan, en el intervalo de velocidad > 30 km/h, una adherencia rueda-carril calculada superior a 0,12, irán equipadas con un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas.

Las unidades no equipadas con frenos que actúan sobre la banda de rodadura, con unas prestaciones de frenado que supongan, en el intervalo de velocidad > 30 km/h, una adherencia rueda-carril calculada superior a 0,11, irán equipadas con un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas.

- 4) El requisito anterior sobre el sistema de protección antideslizamiento de las ruedas se aplicará a los dos modos de frenado siguientes: el frenado de emergencia y el frenado de servicio.

También se aplicará al sistema de frenado dinámico, que forma parte del frenado de servicio, y puede formar parte del frenado de emergencia (véase el punto 4.2.4.7).

Requisitos de las prestaciones del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas:

- 5) Las unidades equipadas con un sistema de frenado dinámico dispondrán de un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (si debe estar presente según lo dispuesto en el punto anterior) que controlará el esfuerzo de frenado dinámico; en caso de que no se disponga del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas, el esfuerzo de frenado dinámico quedará inhibido o limitado a fin de no dar lugar a una exigencia de adherencia rueda-carril superior a 0,15.

▼ M5

- 6) El sistema de protección antideslizamiento de las ruedas estará diseñado conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [15]; el procedimiento de evaluación de la conformidad se especifica en el punto 6.1.3.2.

- 7) Requisitos sobre prestaciones a nivel de unidad:

En caso de que una unidad esté equipada con un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas, se efectuará un ensayo para verificar la eficiencia de este sistema (máximo aumento de la distancia de parada en comparación con la distancia de parada sobre carril seco) cuando esté integrado en la unidad; el procedimiento de evaluación de la conformidad se especifica en el punto 6.2.3.10.

En el análisis de seguridad de la función de frenado de emergencia requerido en el punto 4.2.4.2.2, se considerarán los componentes pertinentes del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas.

- 8) Sistema de supervisión de giro de las ruedas (WRM):

Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h estarán equipadas con un sistema de supervisión de giro de las ruedas que avise al maquinista si se agarra un eje; el sistema de supervisión de giro de las ruedas estará diseñado conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [15].

4.2.4.7. Freno dinámico: sistema de frenado ligado al sistema de tracción

Cuando las prestaciones de frenado del freno dinámico o del sistema de frenado ligado al sistema de tracción se incluyan en las prestaciones del frenado de emergencia en modo normal, definidas en el punto 4.2.4.5.2, el freno dinámico o el sistema de frenado ligado a la tracción:

- 1) deberá estar gestionado por la línea de control del sistema de freno principal (véase el punto 4.2.4.2.1);
- 2) deberá estar sujeto a un análisis de seguridad que cubra el riesgo consistente en «tras la activación de la orden de emergencia, pérdida completa del esfuerzo de frenado dinámico».

Dicho análisis de seguridad se considerará en el análisis de seguridad exigido por el requisito de seguridad N.º 3 establecido en el punto 4.2.4.2.2 para la función de frenado de emergencia.

En el caso de las unidades eléctricas, cuando la presencia a bordo de la unidad de la tensión proporcionada por un sistema de alimentación externo sea una condición para la aplicación del freno dinámico, el análisis de seguridad cubrirá las averías que den lugar a la pérdida de dicha tensión a bordo de la unidad.

En caso de que el riesgo anterior no se encuentre controlado al nivel del material rodante (avería del sistema de alimentación externo), las prestaciones de frenado del freno dinámico o del sistema de frenado ligado al sistema de tracción no se incluirán en las prestaciones del frenado de emergencia en modo normal definidas en el punto 4.2.4.5.2.

▼ B

4.2.4.8. Sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia

▼ M5

4.2.4.8.1. Aspectos generales

- 1) Los sistemas de freno capaces de desarrollar un esfuerzo de frenado aplicado sobre el carril, independiente de las condiciones de adherencia rueda-carril, son un medio para proporcionar unas prestaciones de frenado adicionales, cuando las prestaciones solicitadas son superiores a las correspondientes al límite de la adherencia rueda-carril disponible (véase el punto 4.2.4.6).
- 2) Es admisible incluir la aportación de los frenos independiente de la adherencia rueda-carril en las prestaciones de frenado en modo normal definidas en el punto 4.2.4.5 para el freno de emergencia; en tal caso, el sistema de freno independiente de la adherencia:
 - a) deberá estar gestionado por la línea de control del sistema de freno principal (véase el punto 4.2.4.2.1);
 - b) deberá estar sujeto a un análisis de seguridad que cubra el riesgo consistente en «tras la activación de la orden de emergencia, pérdida completa del esfuerzo de frenado independiente de la adherencia rueda-carril».

Dicho análisis de seguridad se considerará en el análisis de seguridad exigido por el requisito de seguridad N.º 3 establecido en el punto 4.2.4.2.2 para la función de frenado de emergencia.

4.2.4.8.2. Freno de vía magnético

- 1) En el punto 4.2.3.3.1.2, punto 9, se hace referencia a los requisitos de los frenos magnéticos especificados para la compatibilidad con el sistema de detección de trenes basado en contadores de ejes.
- 2) Está permitido utilizar un freno de vía magnético como freno de emergencia, según lo indicado en la ETI INF, punto 4.2.6.2.2.
- 3) Las características geométricas de los elementos de extremo del imán en contacto con el carril serán las especificadas para uno de los tipos descritos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [16]. Está permitido utilizar geometrías de los elementos de extremo del imán que no figuren en el apéndice J-1, índice [16], siempre que se demuestre la compatibilidad con los aparatos de vía de acuerdo con el procedimiento a que se refiere el apéndice K.
- 4) No se utilizará el freno de vía magnético a velocidades superiores a 280 km/h.
- 5) Las prestaciones de frenado de la unidad especificadas en el punto 4.2.4.5.2 se determinarán con y sin el uso de frenos de vía magnéticos.

▼ M5

- 6) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de vía magnético» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de vía magnético por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 7) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Inhibición del freno especial. Órdenes del STM: freno de vía magnético» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de vía magnético por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

4.2.4.8.3. Freno de Foucault

- 1) El presente punto se aplica solo al freno de Foucault que genera un esfuerzo de frenado entre la unidad y el carril.
- 2) En el punto 4.2.3.3.1.2, punto 9, se hace referencia a los requisitos del freno de Foucault especificados para la compatibilidad con el sistema de detección de trenes basado en contadores de ejes, circuitos de vía, detectores de ruedas y detectores de vehículos basados en bucles inductivos.
- 3) Si el freno de Foucault requiere un desplazamiento de sus imanes cuando se aplica el freno, deberá demostrarse el movimiento sin obstáculos de dichos imanes entre las posiciones de «freno liberado» y «freno aplicado» mediante cálculos de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [7].
- 4) La distancia máxima entre el freno de Foucault y la vía correspondiente a la posición de «freno liberado» será registrada en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.
- 5) El freno de Foucault no operará por debajo de un umbral de velocidad fijo.
- 6) Las condiciones de uso del freno de Foucault para la compatibilidad técnica con la vía no están armonizadas (sobre todo en lo que respecta a su efecto en el calentamiento del carril y la fuerza vertical) y son un punto abierto.

▼ M5

- 7) El Registro de la Infraestructura indica por tramo de vía si su uso está permitido y, en tal caso, establece las condiciones para su uso:
- la distancia máxima entre el freno de Foucault y la vía correspondiente al «freno liberado» mencionado en el punto 4;
 - el umbral de velocidad fijo mencionado en el punto 5;
 - la fuerza vertical como función de la velocidad del tren, para casos de aplicación completa del freno de Foucault (frenado de emergencia) y aplicación limitada del freno de Foucault (frenado de servicio);
 - la fuerza de frenado como función de la velocidad del tren, para casos de aplicación completa del freno de Foucault (frenado de emergencia) y aplicación limitada del freno de Foucault (frenado de servicio).
- 8) Las prestaciones de frenado de la unidad especificadas en los puntos 4.2.4.5.2 y 4.2.4.5.3 se determinarán con y sin el uso de frenos de Foucault.
- 9) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de Foucault» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de Foucault por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 10) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Inhibición del freno especial. Órdenes del STM: freno de Foucault» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de inhibición del freno de Foucault por parte de la unidad pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

▼ B

4.2.4.9. Estado del freno e indicación de avería

▼ M5

- 1) La información disponible para el personal del tren permitirá determinar el estado del sistema de freno. Con este fin, en ciertas fases de la explotación, el personal del tren deberá poder determinar el estado (aplicado, liberado o aislado) del sistema de freno principal (de emergencia y de servicio) y del sistema de freno de estacionamiento, y el estado de cada una de sus partes (incluidos uno o varios órganos de accionamiento) que puedan controlarse y/o aislarse de manera independiente.

▼ B

- 2) Si el freno de estacionamiento siempre depende directamente de la situación del sistema de freno principal, no se requiere una indicación específica adicional para el sistema de freno de estacionamiento.
- 3) Las fases que deberán tomarse en consideración durante el servicio son las de tren parado y tren en circulación.
- 4) Cuando el tren esté parado, el personal del tren deberá poder comprobar desde dentro o desde fuera del tren:
 - la continuidad de la línea de mando-control del freno,
 - la disponibilidad del suministro de energía de frenado,
 - la situación del freno principal y de los sistemas de freno de estacionamiento, así como la situación de cada parte de estos sistemas (incluidos uno o varios órganos de accionamiento) que pueda controlarse y/o aislarse de manera independiente (según lo descrito anteriormente en el primer párrafo de esta ► **M5** punto ◀), excepto para el freno dinámico y el sistema de frenado ligado a los sistemas de tracción.
- 5) Cuando el tren esté en circulación, el maquinista deberá poder comprobar desde la posición de conducción en la cabina:
 - la situación de la línea de mando-control del freno,
 - la situación del suministro de energía al freno del tren,
 - la situación del freno dinámico y del sistema de frenado ligado al sistema de tracción, cuando se tengan en cuenta en las prestaciones del frenado de emergencia en modo normal,
 - la situación de aplicado o liberado de al menos una parte (órgano de accionamiento) del sistema de freno principal, que se controle de manera independiente (por ejemplo, una parte instalada en el vehículo equipado con una cabina activa).

▼ M5

- 6) La función que aporta la información descrita anteriormente al personal del tren es una función esencial para la seguridad, ya que es utilizada por el personal para evaluar las prestaciones de frenado del tren.

Cuando la información local sea aportada por indicadores, el uso de indicadores armonizados asegurará el nivel de seguridad requerido.

Cuando se cuente con un sistema de control centralizado que permita al personal del tren efectuar todas las comprobaciones desde un lugar (es decir, desde el interior de la cabina de conducción), dicho sistema deberá someterse a un estudio de fiabilidad en el que se consideren el modo de fallo de los componentes, redundancias, comprobaciones periódicas y otras disposiciones. Sobre la base de este estudio, se definirán las condiciones de explotación del sistema de control centralizado y se indicarán en la documentación de explotación descrita en el punto 4.2.12.4.

▼ B

7) Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general:

Sólo se considerarán las funciones que sean pertinentes por las características de diseño de la unidad (por ejemplo, la existencia de una cabina, etc.).

La transmisión de señales requerida, en su caso, entre la unidad y las demás unidades acopladas en un tren, para la información sobre el sistema de frenado de la que debe disponerse al nivel del tren, se documentará teniendo en cuenta los aspectos funcionales.

La presente ETI no impone ninguna solución técnica respecto a las interfaces físicas entre unidades.

4.2.4.10. Requisitos de frenado con fines de rescate

- 1) Todos los frenos (de emergencia, de servicio y de estacionamiento) irán equipados con dispositivos que permitan su liberación y aislamiento. Estos dispositivos serán accesibles y funcionales independientemente de si el tren o vehículo está alimentado o no, o si está inmovilizado sin energía disponible a bordo.
- 2) Para las unidades destinadas a utilizarse en anchos de vía que no sean el de 1 520 mm, deberá ser posible, tras una avería durante la explotación, rescatar un tren que no disponga de energía a bordo mediante una unidad de recuperación de tracción equipada con un sistema de freno neumático compatible con el sistema de frenado UIC (tubería del freno como línea de control-mando de frenado).

Nota: Véanse en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.2.4 de la presente ETI las interfaces mecánicas y neumáticas de la unidad de recuperación.

- 3) Durante el rescate, deberá poderse controlar una parte del sistema de frenado del tren rescatado por medio de un dispositivo de interfaz. A fin de cumplir este requisito, está permitido apoyarse en la corriente de baja tensión aportada por una batería para alimentar los circuitos de control del tren rescatado.

▼ M5

- 4) Las prestaciones de frenado desarrolladas por el tren rescatado en este modo de funcionamiento particular serán evaluadas mediante cálculo, pero no es obligatorio que sean las mismas que las descritas en el punto 4.2.4.5.2. Las prestaciones de frenado calculadas y las condiciones de servicio de rescate formarán parte de la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.
- 5) El requisito del punto 4.2.4.10, punto 4, no se aplica a las unidades que sean operadas en una formación de tren de menos de 200 toneladas (condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo»).

▼ B4.2.5. *Elementos relativos a los viajeros*

Con fines puramente informativos, se da a continuación una lista no exhaustiva que aporta una visión general de los parámetros básicos cubiertos por la ETI de Personas con Movilidad Reducida, que son aplicables a las unidades destinadas al transporte de viajeros:

- asientos, incluidos los asientos prioritarios,
- espacios para sillas de ruedas,
- puertas exteriores, incluidas las dimensiones, interfaz de pasajeros para controles,
- puertas interiores, incluidas las dimensiones, interfaz de pasajeros para controles,
- retretes,
- pasos libres,
- iluminación,
- información al cliente,
- cambios en la altura del suelo,
- pasamanos,
- dormitorios accesibles en silla de ruedas,
- posición de los peldaños para subir y bajar del vehículo, incluidos los peldaños y los dispositivos de ayuda al embarque.

Otros requisitos complementarios se especifican más adelante en esta ► **M5** punto ◀:

▼ M54.2.5.1. *Sistemas sanitarios*

- 1) Los materiales utilizados para el almacenamiento a bordo y la distribución de agua a los sistemas sanitarios (por ejemplo, tanque, bomba, tuberías, grifo de agua y el material y la calidad del sellado) cumplirán los requisitos aplicables a las aguas destinadas al consumo humano de conformidad con la Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾.
- 2) Los sistemas sanitarios (retretes, lavabos, instalaciones en coches cafetería/restaurante) evitarán el vertido de aguas residuales que puedan ser nocivas para la salud de las personas o para el medio ambiente. Los materiales vertidos (es decir, el agua tratada) deberán cumplir lo dispuesto en las Directivas siguientes (se excluye el agua con jabón que se vierte directamente de los lavabos):
 - el contenido en bacterias de las aguas residuales vertidas por los sistemas sanitarios no superará en ningún momento el valor considerado como «bueno» en aguas continentales para enterococos intestinales y bacterias de *Escherichia coli* por la Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽²⁾, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño,

⁽¹⁾ Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2020, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DO L 435 de 23.12.2020, p. 1).

⁽²⁾ Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE (DO L 64 de 4.3.2006, p. 37).

▼M5

- los procesos de tratamiento no introducirán sustancias que figuren en el anexo I de la Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Unión.
- 3) Para limitar la dispersión del líquido vertido a la vía, el vertido de cualquier fuente tendrá lugar solo hacia abajo, por debajo del bastidor de la caja del vehículo, a una distancia no superior a 0,7 metros de la línea central longitudinal del vehículo.
 - 4) En la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12 figurará lo siguiente:
 - la existencia y el tipo de retretes de una unidad,
 - las características del medio de limpieza de las cisternas, si no es agua limpia,
 - la naturaleza del sistema de tratamiento del agua vertida y las normas según las cuales se ha evaluado su conformidad.

▼B

4.2.5.2. Sistema de comunicación sonora

- 1) Esta ►M5 punto ◀ se aplica a todas las unidades diseñadas para transportar viajeros y a las diseñadas para remolcar trenes de viajeros.
- 2) Los trenes irán equipados, como mínimo, con un medio de comunicación sonora:
 - para que la tripulación del tren se dirija a los viajeros,
 - para las comunicaciones internas de la tripulación del tren, sobre todo entre el maquinista y, en su caso, el personal que atiende las zonas de viajeros.
- 3) Estos equipos podrán permanecer en espera y funcionar con independencia de la fuente de alimentación principal durante al menos tres horas. Durante el tiempo de espera, el equipo deberá poder funcionar a intervalos y períodos aleatorios durante un tiempo acumulado de treinta minutos.
- 4) 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 bien se dispondrá de otro medio alternativo para informar a los viajeros en caso de avería.

▼M5

- 5) En los puntos 4.2.5.3 (alarma de viajeros) y 4.2.5.4 (dispositivos de comunicación para viajeros) figuran disposiciones que se aplicarán cuando los viajeros necesiten comunicarse con la tripulación del tren.

⁽¹⁾ Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad (DO L 64 de 4.3.2006, p. 52).

▼ B

6) Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general:

Sólo se considerarán las funciones que sean pertinentes por las características de diseño de la unidad (por ejemplo, la existencia de una cabina, de un sistema de interfaz con la tripulación, etc.).

La transmisión de señales requerida entre la unidad y las demás unidades acopladas en un tren, para el sistema de comunicación del que debe disponerse al nivel del tren, se documentará y ejecutará teniendo en cuenta aspectos funcionales.

La presente ETI no impone ninguna solución técnica respecto a las interfaces físicas entre unidades.

4.2.5.3. Alarma de viajeros

4.2.5.3.1 Aspectos generales

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades diseñadas para transportar viajeros y a las diseñadas para remolcar trenes de viajeros.
- 2) La función de la alarma de viajeros permite, a cualquier persona que se encuentre en el tren, avisar al maquinista de un peligro potencial y su activación tiene consecuencias a nivel de explotación (por ejemplo, iniciación del frenado cuando no se produzca ninguna reacción por parte del maquinista); es una función relacionada con la seguridad, cuyos requisitos, incluidos los aspectos de seguridad, se establecen en la presente ► **M5** punto ◀.

4.2.5.3.2 Requisitos sobre las interfaces de información

- 1) Con la excepción de los retretes y las pasarelas, todos los compartimentos, todos los vestíbulos de entrada y todas las demás zonas separadas destinadas a los viajeros irán equipados con al menos un dispositivo de alarma claramente visible e indicado para informar al maquinista de un peligro potencial.
- 2) El dispositivo de alarma estará diseñado de tal manera que una vez activado no pueda ser anulado por los viajeros.
- 3) Cuando se dispare la alarma de viajeros, aparecerán señales visuales y acústicas que indiquen al maquinista que se han activado una o más alarmas de viajeros.
- 4) Se instalará un dispositivo en la cabina que permita al maquinista indicar que es consciente de que se ha activado la alarma. Esa respuesta del maquinista se percibirá en el lugar donde se haya disparado la alarma de viajeros y pondrá fin a la señal acústica de la cabina.

▼ M5

- 4a) En caso de múltiples activaciones de la alarma de viajeros, el reconocimiento por parte del maquinista de la alarma de viajeros del primer dispositivo de alarma de viajeros activado iniciará el reconocimiento automático de todos los demás dispositivos activados, hasta que todos ellos se rearmen.

▼ B

- 5) Para las unidades diseñadas para circular sin personal a bordo (aparte del maquinista), el sistema permitirá establecer, por iniciativa del maquinista, un enlace de comunicación entre la cabina de conducción y el lugar donde se hayan disparado la alarma o las alarmas. Para las unidades diseñadas para circular con personal a bordo (aparte del maquinista), se permite establecer dicho enlace de comunicación entre la cabina de conducción y el personal a bordo.

El sistema permitirá que el maquinista anule este enlace de comunicación por iniciativa propia.

- 6) Se dispondrá de un dispositivo que permita a la tripulación del tren rearmar la alarma de viajeros.

4.2.5.3.3 Requisitos para la activación del freno por la alarma de viajeros

- 1) Cuando el tren se detenga en un andén o parta de un andén, la activación de una alarma de viajeros dará lugar a una aplicación directa del freno de servicio o del freno de emergencia que provoque una parada total. En tal caso, solo después de que el tren se haya detenido por completo, un sistema permitirá que el maquinista anule cualquier acción de frenado automático iniciada por la alarma de viajeros.
- 2) En otras situaciones, 10 +/- 1 segundos después de la activación de la (primera) alarma de viajeros, se activará al menos un freno de servicio automático, a no ser que el maquinista se haya dado por enterado de la alarma de viajeros en este tiempo. El sistema permitirá al maquinista anular en cualquier momento una acción de frenado automático iniciada por la alarma de viajeros.

4.2.5.3.4 Criterios para un tren que parta de un andén

- 1) Se considera que un tren está saliendo de un andén durante el período de tiempo que transcurre entre el momento en que la situación de las puertas cambia de «desbloqueada» a «cerrada y bloqueada» y el momento en que el tren ha abandonado parcialmente el andén.
- 2) Este momento deberá detectarse a bordo (mediante una función que permita detectar físicamente el andén o sobre la base de un criterio de velocidad o distancia, u otro criterio alternativo).
- 3) Para las unidades destinadas a utilizarse en líneas que estén equipadas con el sistema de tierra ETCS para control-mando y señalización (incluida la información sobre «puertas de viajeros» descrita en el anexo A, índice 7, de la ETI CMS (Control, Mando y Señalización), este dispositivo embarcado será capaz de recibir del sistema ETCS la información relativa al andén.

▼ B

4.2.5.3.5 Requisitos de seguridad

- 1) Para el escenario «avería en el sistema de alarma de viajeros que suponga la imposibilidad de que un viajero inicie la activación del freno a fin de detener el tren cuando este parte de un andén», deberá demostrarse que existe un nivel aceptable de control del riesgo, considerando que el fallo funcional tiene el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa «una víctima mortal y/o un herido grave».
- 2) Para el escenario «avería en el sistema de alarma de viajeros que suponga que en caso de activación de una alarma de viajeros la información no llegue al maquinista», deberá demostrarse que existe un nivel aceptable de control del riesgo, considerando que el fallo funcional tiene el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa «una víctima mortal y/o un herido grave».
- 3) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.5 de la presente ETI se describe la demostración de la conformidad (procedimiento de evaluación de la conformidad).

4.2.5.3.6 Modo degradado

- 1) Las unidades equipadas con una cabina de conducción llevarán un dispositivo que permita al personal autorizado aislar el sistema de alarma de viajeros.
- 2) Si el sistema de alarma de viajeros no funciona, ya sea tras un aislamiento intencional por el personal ya sea por una avería técnica, o bien por acoplar la unidad con otra no compatible, esta situación aparecerá indicada permanentemente al maquinista en la cabina de conducción activa, y la aplicación de la alarma de viajeros dará lugar a la aplicación directa de los frenos.
- 3) Un tren con un sistema de alarma de viajeros aislado no cumple los requisitos mínimos de seguridad e interoperabilidad definidos en la presente ETI y, por tanto, se considera que se encuentra en modo degradado.

4.2.5.3.7 Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general

- 1) Sólo se considerarán las funciones que sean pertinentes por las características de diseño de la unidad (por ejemplo, la existencia de una cabina, de un sistema de interfaz con la tripulación, etc.).
- 2) La transmisión de señales requerida entre la unidad y las demás unidades acopladas de un tren, para el sistema de alarma de viajeros del que debe disponerse al nivel del tren, se documentará y ejecutará teniendo en cuenta los aspectos funcionales descritos anteriormente en esta ► **M5** punto ◀.
- 3) La presente ETI no impone ninguna solución técnica respecto a las interfaces físicas entre unidades.

▼ B

4.2.5.4. Dispositivos de comunicación para viajeros

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades diseñadas para transportar viajeros y a las diseñadas para remolcar trenes de viajeros.
- 2) Las unidades diseñadas para funcionar sin personal a bordo (aparte del maquinista) irán equipadas con un «dispositivo de comunicación» para que los viajeros puedan informar a una persona que pueda adoptar las medidas oportunas.

▼ M5

- 3) Los requisitos sobre la posición del «dispositivo de comunicación» son los aplicables a la alarma de viajeros definidos en el punto 4.2.5.3.

▼ B

- 4) El sistema permitirá solicitar un enlace de comunicación por iniciativa del viajero. El sistema permitirá que la persona que reciba la comunicación (por ejemplo, el maquinista) anule dicho enlace de comunicación por iniciativa propia.
- 5) La interfaz del «dispositivo de comunicación» con los viajeros deberá estar indicada mediante una señal armonizada, incluirá símbolos visuales y táctiles y en caso de activarse emitirá una indicación visual y acústica. Estos elementos serán conformes a la ETI de Personas con Movilidad Reducida.

- 6) Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general:

Sólo se considerarán las funciones que sean pertinentes por las características de diseño de la unidad (por ejemplo, la existencia de una cabina, de un sistema de interfaz con la tripulación, etc.).

La transmisión de señales requerida entre la unidad y las demás unidades acopladas en un tren para el sistema de comunicación del que debe disponerse al nivel del tren se documentará y ejecutará teniendo en cuenta los aspectos funcionales.

La presente ETI no impone ninguna solución técnica respecto a las interfaces físicas entre unidades.

▼ M5

- 7) La existencia o no de dispositivos de comunicación se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

▼ B

4.2.5.5. Puertas exteriores: entrada y salida de los viajeros al material rodante

4.2.5.5.1. Aspectos generales

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades diseñadas para transportar viajeros y a las diseñadas para remolcar trenes de viajeros.
- 2) Las puertas destinadas al personal y la carga se tratan en las ► **M5** puntos ◀ 4.2.2.8 y 4.2.9.1.2 de la presente ETI.
- 3) El control de las puertas de acceso exterior de los viajeros es una función esencial para la seguridad; los requisitos funcionales y de seguridad contemplados en la presente ► **M5** punto ◀ son necesarios para asegurar el nivel de seguridad requerido.

4.2.5.5.2 Terminología utilizada

- 1) A los efectos de la presente ► **M5** punto ◀, se entiende por «puerta» una puerta de acceso exterior de viajeros (con una o varias hojas) destinada principalmente a que los viajeros entren y salgan de la unidad.

▼ B

- 2) Una «puerta bloqueada» es una puerta que se mantiene cerrada por medio de un dispositivo físico de bloqueo.
- 3) Una «puerta bloqueada fuera de servicio» es una puerta inmovilizada en posición de cierre mediante un dispositivo de bloqueo mecánico accionable manualmente.
- 4) Una puerta «desbloqueada» es una puerta que puede abrirse activando el control local o central de puertas (cuando se disponga de este último).
- 5) A los efectos de la presente ► **M5** punto ◀, se asume que un tren se encuentra detenido cuando la velocidad ha disminuido a 3 km/h o menos.
- 6) A los efectos de la presente ► **M5** punto ◀, por «tripulación del tren» se entiende un miembro del personal a bordo a cargo de los controles relativos al sistema de puertas; podrá ser el maquinista u otro miembro del personal a bordo.

4.2.5.5.3. Cierre y bloqueo de puertas

- 1) El dispositivo de mando de las puertas permitirá a los miembros de la tripulación del tren cerrar y bloquear todas las puertas antes de que salga el tren.
- 2) Cuando exista un estribo móvil que deba replegarse, la secuencia de cierre incluirá mover el estribo a la posición replegada.
- 3) Cuando el cierre y bloqueo centralizado de puertas se active desde un control local adyacente a una puerta, estará permitido que esta puerta permanezca abierta cuando se cierren y se bloqueen las demás. El sistema de control de puertas permitirá que el personal cierre y bloquee esta puerta posteriormente antes de la salida.

▼ M5

- 4) Las puertas deberán permanecer cerradas y bloqueadas hasta que sean desbloqueadas con arreglo a lo dispuesto en el punto 4.2.5.5.6. Si se corta la energía de los mandos de las puertas, el mecanismo de bloqueo las mantendrá bloqueadas.

Nota: Véase la señal de alerta en caso de cierre de las puertas en el punto 4.2.2.3.2 de la ETI de personas con movilidad reducida.

Detección de obstáculos en las puertas:

- 5) Las puertas de acceso exterior de los viajeros deberán incorporar dispositivos que detecten posibles obstáculos al cerrarse (por ejemplo, un viajero). En caso de detectarse un obstáculo, las puertas se detendrán automáticamente y permanecerán en esa posición (libres de fuerza) durante un período de tiempo limitado o bien volverán a abrirse. El sistema tendrá una sensibilidad tal que sea capaz de detectar un obstáculo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [17], con una fuerza máxima sobre el obstáculo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [17].

▼ B

- 4.2.5.5.4 Bloqueo de una puerta fuera de servicio
- 1) Se instalará un dispositivo mecánico de accionamiento manual que permita (a la tripulación del tren o al personal de mantenimiento) bloquear una puerta que se encuentre fuera de servicio.
 - 2) El dispositivo de bloqueo fuera de servicio deberá:
 - aislar la puerta de cualquier orden de apertura,
 - bloquear la puerta mecánicamente en posición de cierre,
 - indicar la situación del dispositivo de aislamiento,
 - permitir que la puerta sea puenteada por el «sistema de prueba de puertas cerradas».

- 4.2.5.5.5 Información disponible para la tripulación del tren
- 1) Deberá disponerse de un «sistema de prueba de puertas cerradas» adecuado que permita a la tripulación del tren comprobar en cualquier momento si todas las puertas están cerradas y bloqueadas.
 - 2) Si una o más puertas no están bloqueadas, esta circunstancia se indicará de manera permanente a la tripulación.
 - 3) Se indicará a la tripulación cualquier avería de una puerta, producida al cerrarse y/o bloquearse.
 - 4) Mediante una señal de alarma visual y acústica se indicará a la tripulación la apertura de emergencia de una o más puertas.
 - 5) Se permitirá que «una puerta bloqueada fuera de servicio» sea puenteada por el «sistema de prueba de puertas cerradas».

- 4.2.5.5.6 Apertura de puertas
- 1) Los trenes estarán dotados de controles de desbloqueo de puertas que permitan, a la tripulación o a un dispositivo automático asociado a la parada en el andén, controlar el desbloqueo de las puertas de forma independiente en cada lado, de tal manera que puedan ser abiertas por los viajeros o, si está disponible, mediante una orden de apertura central cuando el tren esté parado.

▼ M5

- 2) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Andén de la estación» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

- 3) En cada puerta, existirán dispositivos de apertura o controles de apertura locales que sean accesibles a los viajeros tanto desde el exterior como desde el interior del vehículo.

▼ B

- 4) Cuando exista un estribo móvil que deba desplegarse, la secuencia de apertura incluirá mover el estribo a la posición desplegada.

Nota: Véase la señal de alerta en caso de apertura de las puertas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.4.2 de la ETI de Personas con Movilidad Reducida.

4.2.5.5.7 Puertas — Sistema de enclavamiento de la tracción

- 1) La potencia de tracción solo se aplicará cuando todas las puertas estén cerradas y bloqueadas. Esto se asegurará mediante un sistema de enclavamiento automático de la tracción. El sistema de enclavamiento de la tracción evitará que se aplique potencia de tracción cuando no estén cerradas y bloqueadas todas las puertas.
- 2) El sistema de enclavamiento de la tracción estará dotado de un mando de anulación manual destinado a ser activado por el maquinista en situaciones excepcionales, de cara a poder aplicar la tracción incluso cuando no todas las puertas estén cerradas y bloqueadas.

4.2.5.5.8 Requisitos de seguridad para las ► **M5** puntos ◀ 4.2.5.5.2 a 4.2.5.5.7

- 1) Para el escenario «una puerta no está bloqueada (sin que la tripulación del tren haya sido correctamente informada de la situación de esa puerta) o está desbloqueada o abierta en zonas inadecuadas (por ejemplo, en el lado incorrecto del tren) o en situaciones inapropiadas (por ejemplo, mientras el tren está circulando)», deberá demostrarse que el riesgo puede ser llevado hasta un nivel aceptable, considerando que el fallo funcional tiene el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa:

— «una víctima mortal y/o un herido grave» para las unidades que no están destinadas para que los viajeros permanezcan de pie en la zona de la puerta (por ejemplo, larga distancia), o

— «una víctima mortal y/o un herido grave» para las unidades en las cuales algunos viajeros permanezcan de pie en la zona de la puerta en condiciones normales de servicio.

- 2) Para el escenario «varias puertas no están bloqueadas (sin que la tripulación del tren haya sido correctamente informada de la situación de esas puertas) o están desbloqueadas o abiertas en zonas inadecuadas (por ejemplo, en el lado incorrecto del tren) o en situaciones inapropiadas (por ejemplo, mientras el tren está circulando)», deberá demostrarse que el riesgo puede ser llevado hasta un nivel aceptable, considerando que el fallo funcional tiene el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa:

— «una víctima mortal y/o un herido grave» para las unidades que no están destinadas para que los viajeros permanezcan de pie en la zona de la puerta (por ejemplo, larga distancia), o en

— «víctimas mortales y/o heridos graves» para las unidades en las cuales algunos viajeros permanezcan de pie en la zona de la puerta en condiciones normales de servicio.

▼B

- 3) En la ►**M5** punto ◀ 6.2.3.5 de la presente ETI se describe la demostración de la conformidad (procedimiento de evaluación de la conformidad).

4.2.5.5.9 Apertura de emergencia de las puertas

Apertura interior de emergencia:

- 1) Cada puerta contará con un dispositivo individual de apertura interior de emergencia, accesible para los viajeros, que permita abrir la puerta; este dispositivo deberá estar activo a velocidades inferiores a 10 km/h.
- 2) Se permite que este dispositivo esté activo a cualquier velocidad (con independencia de la señal de velocidad). En tal caso, este dispositivo entrará en funcionamiento después de al menos dos accionamientos seguidos.
- 3) No se requerirá que este dispositivo tenga efecto en una «puerta bloqueada fuera de servicio». En tal caso, primero se desbloqueará la puerta.

Requisito de seguridad:

- 4) Para el escenario «avería en el sistema de apertura interior de emergencia de dos puertas adyacentes a lo largo de una ruta de evacuación (según se define en la ►**M5** punto ◀ 4.2.10.5 de la presente ETI) cuando el sistema de apertura de emergencia de otras puertas sigue disponible», deberá demostrarse que el riesgo puede llevarse hasta un nivel aceptable, considerando que el fallo funcional tiene el riesgo potencial verosímil de provocar de forma directa «una víctima mortal y/o un herido grave».

En la ►**M5** punto ◀ 6.2.3.5 de la presente ETI se describe la demostración del cumplimiento (procedimiento de evaluación de la conformidad).

Apertura exterior de emergencia:

- 5) Cada puerta estará provista de un dispositivo individual de apertura exterior de emergencia, accesible para el personal de rescate, que permita abrir la puerta en caso de emergencia. No se requerirá que este dispositivo tenga efecto en una «puerta bloqueada fuera de servicio». En tal caso, primero se desbloqueará la puerta.

Fuerza manual para abrir las puertas:

- 6) La fuerza que necesitará ejercer una persona para abrir una puerta de forma manual será conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [17] ◀.

4.2.5.5.10 Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general

- 1) Sólo se considerarán las funciones que sean pertinentes por las características de diseño de la unidad (por ejemplo, la existencia de una cabina, de un sistema de interfaz con la tripulación para el control de puertas, etc.).
- 2) La transmisión de señales requerida, en su caso, entre la unidad y las demás unidades acopladas de un tren, para el sistema de puertas del que debe disponerse al nivel del tren, se documentará y ejecutará teniendo en cuenta los aspectos funcionales.

▼ B

- 3) La presente ETI no impone ninguna solución técnica respecto a las interfaces físicas entre unidades.

4.2.5.6. Construcción del sistema de puertas exteriores

- 1) Si una unidad está dotada de una puerta destinada a ser usada por los viajeros para entrar y salir del tren, se aplicarán las disposiciones siguientes:
- 2) Las puertas llevarán cristales transparentes para que los viajeros puedan identificar la presencia de andenes.
- 3) La superficie exterior de las unidades de viajeros estará diseñada de tal manera que no haya posibilidad de que una persona haga *train-surfing* cuando las puertas estén cerradas y bloqueadas.
- 4) Como medida para evitar el *train-surfing*, se evitarán los asideros en la superficie exterior del sistema de puertas o se diseñarán de tal manera que no puedan utilizarse cuando se cierren las puertas.
- 5) Las barandillas y los asideros de sujeción estarán fijados de manera que puedan resistir las fuerzas que se ejerzan sobre ellos durante el servicio.

4.2.5.7. Puertas entre unidades

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ es aplicable a todas las unidades diseñadas para transportar viajeros.
- 2) Cuando una unidad vaya equipada de puertas entre unidades al extremo de los coches o en los extremos de la unidad, estas estarán dotadas de un dispositivo que permita bloquearlas (por ejemplo, cuando una puerta no esté conectada con una pasarela, que permita el acceso a los viajeros, a un coche o una unidad adyacentes, etc.).

4.2.5.8. Calidad del aire interno

- 1) La calidad y cantidad del aire interior de la zona de los vehículos ocupada por viajeros o por el personal, o por ambos, será tal que no haya riesgo, para la salud de los viajeros ni del personal, superior al de la calidad del aire exterior. Esto se logrará cumpliendo los requisitos que se indican a continuación.

Habrá un sistema de ventilación que mantenga un nivel aceptable de CO₂ interior en condiciones de servicio.

- 2) El nivel de CO₂ no superará 5 000 ppm en todas las condiciones de servicio, a excepción de los dos casos siguientes:

— En caso de interrumpirse la ventilación debido a un corte del suministro de energía principal o a una avería del sistema, habrá un mecanismo de emergencia que asegure la entrada de aire exterior a todas las zonas de viajeros y de personal.

▼B

Si este mecanismo de emergencia funciona mediante ventilación forzada alimentada con batería, deberá definirse la duración del período durante el cual el nivel de CO₂ permanecerá por debajo de 10 000 ppm, suponiendo una presencia de viajeros derivada de la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil normal».

En la ►**M5** punto ◀ 6.2.3.12 se define el procedimiento de evaluación de la conformidad.

Dicha duración no será inferior a 30 minutos.

Esa duración se registrará en la documentación técnica definida en la ►**M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

— En caso de apagarse o cerrarse todos los medios de ventilación exterior, o de apagarse el sistema de aire acondicionado, a fin de evitar que los viajeros estén expuestos a gases que puedan estar presentes en el ambiente, especialmente, dentro de túneles, y en caso de incendio, se cumplirá lo descrito en la ►**M5** punto ◀ 4.2.10.4.2.

4.2.5.9. Ventanas laterales

- 1) Cuando las ventanas laterales puedan ser abiertas por los viajeros y no puedan ser bloqueadas por la tripulación, el tamaño de la apertura estará limitado a unas dimensiones tales que no se pueda hacer pasar por ella un objeto esférico con un diámetro de 10 cm.

4.2.6. Condiciones ambientales y efectos aerodinámicos

4.2.6.1. Condiciones ambientales: aspectos generales

- 1) Las condiciones ambientales son condiciones físicas, químicas o biológicas externas a un producto y a las cuales este está sujeto.
- 2) Las condiciones ambientales a las cuales se somete el material rodante influyen en el diseño del mismo, así como en el de sus componentes.
- 3) Los parámetros medioambientales se describen en las ►**M5** puntos ◀ siguientes; para cada parámetro medioambiental se define un intervalo nominal, que es el más común en Europa y constituye la base para el material rodante interoperable.
- 4) Para algunos parámetros medioambientales, se definen intervalos distintos del nominal; en ese caso, se seleccionará un intervalo para el diseño del material rodante.

Para las funciones indicadas en las ►**M5** puntos ◀ siguientes, se establecerán en la documentación técnica las disposiciones tomadas sobre diseño o ensayo, o ambas, destinadas a asegurar que el material rodante cumple los requisitos de la ETI en este intervalo.

▼B

- 5) El intervalo o los intervalos seleccionados se consignarán en la documentación técnica definida en la ►**M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI, como una característica del material rodante.
- 6) En función de los intervalos seleccionados, y de las disposiciones adoptadas (descritas en la documentación técnica), podrían requerirse reglas de explotación pertinentes para asegurar la compatibilidad técnica entre el material rodante y las condiciones ambientales que puedan cumplirse en partes de la red.

En particular, son necesarias reglas de explotación cuando el material rodante diseñado para el intervalo nominal se utilice en una línea determinada donde este intervalo se supere en ciertos periodos del año.

- 7) Los intervalos, si son diferentes del nominal, que deben seleccionarse a fin de evitar reglas de explotación restrictivas ligadas a una zona geográfica o unas condiciones climáticas concretas, son especificados por los Estados miembros y se enumeran en la ►**M5** punto ◀ 7.4 de la presente ETI.

4.2.6.1.1 Temperatura

- 1) El material rodante cumplirá los requisitos de la presente ETI dentro de uno (o varios) de los intervalos de temperatura definidos para las zonas climáticas T1 (– 25 °C a + 40 °C; nominal), o T2 (– 40 °C a + 35 °C) o T3 (– 25 °C a + 45 °C) definidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [18] ◀.
- 2) El intervalo o los intervalos de temperatura seleccionados se registrarán en la documentación técnica descrita en la ►**M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.
- 3) La temperatura que debe considerarse para el diseño de los componentes del material rodante tendrá en cuenta la integración de dichos componentes en el material rodante.

4.2.6.1.2 Nieve, hielo y granizo

- 1) El material rodante cumplirá los requisitos de la presente ETI cuando esté sujeto a las condiciones de nieve, hielo y granizo definidas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [18] ◀, que correspondan a las condiciones nominales (intervalo).
- 2) El efecto de la nieve, el hielo y el granizo que debe considerarse para el diseño de los componentes del material rodante tendrá en cuenta la integración de dichos componentes en el material rodante.
- 3) Cuando se seleccionen condiciones de «nieve, hielo y granizo» más severas, el material rodante y las partes del subsistema se diseñarán de manera que cumplan los requisitos de la ETI considerando los siguientes escenarios:

▼ B

- ventisquero de nieve (nieve ligera con bajo contenido de agua equivalente) que cubre la vía hasta 80 cm continuamente sobre la cabeza del carril,
 - nieve en polvo, nevada de grandes cantidades de nieve ligera con bajo contenido de agua equivalente,
 - gradiente de temperatura, variación de la temperatura y la humedad durante una única circulación que provoca acumulación de hielo en el material rodante,
 - efecto combinado con la baja temperatura según la zona de temperatura elegida, definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.6.1.1.
- 4) En relación con la ► **M5** punto ◀ 4.2.6.1.1 (zona climática T2) y con la presente ► **M5** punto ◀ 4.2.6.1.2 (condiciones severas de nieve, hielo y granizo) de la presente ETI, se indicarán y verificarán las disposiciones adoptadas para cumplir los requisitos en estas condiciones severas, en particular las disposiciones sobre diseño y/o ensayo que se exigen para los siguientes requisitos de la ETI:

▼ M5

- deflector de obstáculos, según se define en el punto 4.2.2.5: adicionalmente, capacidad de apartar nieve situada delante del tren;

La nieve se considerará un obstáculo que debe ser apartado por el deflector de obstáculos; en el punto 4.2.2.5 (por referencia a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3]) se definen los requisitos siguientes:

▼ B

«El deflector de obstáculos tiene que ser de tamaño suficiente para despejar los obstáculos del camino del bogie. Será una estructura continua y estará diseñado de manera que no desvíe obstáculos hacia arriba ni hacia abajo. En condiciones de explotación normales, el borde inferior del deflector de obstáculos estará tan cercano a la vía como permitan los movimientos del vehículo y el gálibo de la línea.

Visto en planta el deflector debe aproximarse a un perfil en “V” con un ángulo de no más de 160 °. Puede diseñarse con una geometría compatible con el funcionamiento también como quitanieves.»

Los esfuerzos especificados en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.5 de la presente ETI se consideran suficientes para apartar la nieve,

- órganos de rodadura, según se definen en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.5 de la presente ETI: considerando la nieve y el hielo acumulados y las posibles consecuencias para la estabilidad en circulación y la función de frenado,
- función de frenado y suministro de potencia de frenado, según se definen en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4 de la ETI,

▼ B

- señalización de la presencia del tren a otros trenes según se define en la ► **M5** punto ◀ 4.2.7.3 de la ETI,
 - proporcionar un campo de visión frontal, según se define en la ► **M5** punto ◀ 4.2.7.3.1.1 (focos de cabeza) y 4.2.9.1.3.1 (visibilidad frontal) de la ETI, con equipo de parabrisas que funcione según lo definido en la ► **M5** punto ◀ 4.2.9.2,
 - proporcionar un clima de trabajo aceptable para el maquinista, tal como se define en la ► **M5** punto ◀ 4.2.9.1.7 de la ETI.
- 5) El intervalo seleccionado para «nieve, hielo y granizo» (nominal o severo) y las disposiciones adoptadas se documentarán en la documentación técnica descrita en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.2 de la presente ETI.

4.2.6.2. Efectos aerodinámicos

▼ M5

- 1) Los requisitos de este punto se aplican a todo el material rodante. Para el material rodante operado en sistemas de ancho de vía de 1 520 mm y 1 600 mm, en caso de que la velocidad máxima sea superior a los límites especificados en los puntos 4.2.6.2.1 a 4.2.6.2.5, se aplicará el procedimiento para soluciones innovadoras.

▼ B

- 2) El paso de un tren provoca un flujo de aire inestable con diferentes presiones y velocidades de flujo. Estas variaciones de la presión y la velocidad de flujo tienen efectos en las personas, los objetos y los edificios que se encuentran adyacentes a la vía, así como en el material rodante (por ejemplo, la carga aerodinámica en la estructura del vehículo, las sollicitaciones inducidas a los equipos), y deben tenerse en cuenta en el diseño del material rodante.
- 3) El efecto combinado de la velocidad del tren y la velocidad del aire provoca un momento de balanceo aerodinámico que puede afectar a la estabilidad del material rodante.

▼ M3

4.2.6.2.1. Efecto estela en los viajeros situados en el andén y en los trabajadores situados junto a la vía

▼ M5

- 1) Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea $V_{tr,m\acute{a}x} > 160$ km/h, que circulen al aire libre a una velocidad de referencia $V_{tr,ref}$ no generarán una velocidad de aire que supere, en cada punto de medición definido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49], el valor $U_{95\% ,m\acute{a}x}$ indicado en esa especificación.
- 2) En lo que respecta a las unidades destinadas a ser operadas por las redes de 1 524 mm y 1 668 mm de ancho de vía, serán de aplicación los valores pertinentes del cuadro 4 correspondientes a los parámetros de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49]:

▼ **M3**

Cuadro 4
Criterios límite

Ancho de vía (mm)	Velocidad máxima de diseño $v_{tr, \text{máx}}$ (km/h)	Punto de medición		Velocidad máxima admisible del aire en la vía (valores límite para $u_{95 \% \text{, máx}}$ [m/s])	Velocidad de referencia $v_{tr, \text{ref}}$ (km/h)
		Medición realizada a una altura sobre la cabeza del carril	Medición realizada a una distancia desde el centro de la vía		
1 524	$160 < v_{tr, \text{máx}} < 250$	0,2 m	3,0 m	22,5	Velocidad máxima de diseño
		1,4 m	3,0 m	18	200 km/h o la velocidad máxima de diseño, el valor que sea inferior
1 668	$160 < v_{tr, \text{máx}} < 250$	0,2 m	3,1 m	20	Velocidad máxima de diseño
		1,4 m	3,1 m	15,5	200 km/h o la velocidad máxima de diseño, el valor que sea inferior
	$250 \leq v_{tr, \text{máx}}$	0,2 m	3,1 m	22	300 km/h o la velocidad máxima de diseño, el valor que sea inferior
		1,4 m	3,1 m	15,5	200 km/h

▼ **M5**

- 3) La especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49] específica:

— el tren de referencia que se someterá a ensayo para formaciones fijas/predefinidas y las unidades evaluadas para el uso en explotación general;

— la formación que se someterá a ensayo para unidades individuales equipadas con cabina de conducción.

▼ **M3**

- 4) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.13 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

▼ **B**

4.2.6.2.2 Pulso de presión por paso de la cabeza del tren

▼ **M3**

- 1) El paso de dos trenes genera una carga aerodinámica en cada uno de ellos. El requisito sobre pulso de presión por paso de la cabeza del tren al aire libre permite definir una carga aerodinámica límite inducida por el material rodante al aire libre, suponiendo una distancia entre ejes de vías para la vía por la que está destinado a ser operado el tren.

La distancia entre ejes de vías depende de la velocidad y del gálibo de la línea. Los valores mínimos de la distancia entre ejes de vías en función de la velocidad y del gálibo de la línea se definen con arreglo a la ETI de Infraestructura.

▼ M5

- 2) Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 160 km/h, que circulen al aire libre a su velocidad de referencia $V_{tr,ref}$ en un ancho de vía de 1 435 mm no darán lugar a que la presión máxima pico a pico supere el cambio de presión máximo permitido definido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49], evaluado en las posiciones de medición definidas en esa misma especificación.
- 3) En lo que respecta a las unidades destinadas a ser operadas por las redes de 1 524 mm y 1 668 mm de ancho de vía, serán de aplicación los valores pertinentes del cuadro 4a correspondientes a los parámetros de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49]:

▼ M3

Cuadro 4ª

Criterios límite

Ancho de vía	Velocidad máxima de diseño $v_{tr,max}$ (km/h)	Punto de medición		Cambio de presión permitido, ($\Delta p_{95 \% ,max}$)	Velocidad de referencia $v_{tr,ref}$ (km/h)
		Medición realizada a una altura sobre la cabeza del carril	Medición realizada a una distancia desde el centro de la vía		
1 524 mm	$160 < v_{tr, máx} < 250$	Entre 1,5 m y 3,0 m	2,5 m	1 600 Pa	Velocidad máxima de diseño
1 668 mm	$160 < v_{tr, máx} < 250$	Entre 1,5 m y 3,0 m	2,6 m	800 Pa	Velocidad máxima de diseño
	$250 \leq v_{tr, máx}$	Entre 1,5 m y 3,0 m	2,6 m	800 Pa	250 km/h

▼ B

- 4) La formación que debe verificarse mediante ensayo se especifica a continuación para los diferentes tipos de material rodante.

— Unidad evaluada en formación fija o predefinida.

— Se someterán a ensayo una unidad única de la formación fija o cualquier configuración de la formación predefinida.

— Unidad evaluada para uso en explotación general (formación de tren no definida en la fase de diseño).

— Las unidades equipadas con cabina de conducción se evaluarán solas.

— Otras unidades: requisito no aplicable.

- 5) En la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.14 de la presente ETI se describe el procedimiento de evaluación de la conformidad.

▼ M5

4.2.6.2.3. Variaciones máximas de presión en los túneles

- 1) Las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 200 km/h tendrán un diseño aerodinámico tal que, con una determinada combinación (caso de referencia) de velocidad del tren y sección transversal del túnel, en caso de circulación sin cruce (con otro material) por un túnel tubular (sin galerías, etc.) sencillo y sin inclinación, se cumplan los requisitos de variación de presión característica definidos en el apéndice J-1, índice [50].
- 2) El tren de referencia que debe verificarse mediante ensayo se especifica a continuación para los diferentes tipos de material rodante:
 - i) unidad evaluada en formación fija o predefinida: la evaluación se llevará a cabo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [50];
 - ii) unidad evaluada para explotación general (formación de tren no definida en la fase de diseño) y equipada con una cabina de conducción: la evaluación se llevará a cabo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [50];
 - iii) otras unidades (coches para explotación general): la evaluación se llevará a cabo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [50].
- 3) El procedimiento de evaluación de la conformidad se describe en el punto 6.2.3.15.

4.2.6.2.4. Viento transversal

- 1) Este requisito es aplicable a las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 140 km/h.
- 2) Para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea inferior a 250 km/h, la curva eólica característica (CEC) del vehículo más sensible se determinará conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [19].
- 3) Para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea igual o superior a 250 km/h, el efecto del viento transversal se determinará con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [19] y será conforme a ella.
- 4) La curva eólica característica resultante del vehículo más sensible de la unidad sometida a evaluación se registrará en la documentación técnica con arreglo al punto 4.2.12.

▼ M3

- 4.2.6.2.5. Efecto aerodinámico en vía con balasto
- 1) Este requisito es aplicable a las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 250 km/h.
 - 2) El requisito relativo al efecto aerodinámico de los trenes sobre las vías con balasto, con el fin de limitar los riesgos inducidos por la proyección de balasto (levantamiento de balasto) constituye un punto abierto.

▼ B

4.2.7. *Iluminación exterior y dispositivos de aviso acústico y visual*

4.2.7.1. Iluminación exterior

- 1) No se utilizará el color verde para la iluminación ni las luces exteriores; este requisito se establece para evitar confusiones con señales fijas.

▼ M3

- 2) Este requisito no es aplicable a las luces de intensidad luminosa no superior a 100 cd que se incluyen en pulsadores para el mando de puertas de viajeros (no encendidas permanentemente).

▼ B

4.2.7.1.1. Focos de cabeza

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Se colocarán en la cabeza del tren dos focos blancos para que el maquinista del tren tenga buena visibilidad.
- 3) Dichos focos irán situados:
 - a la misma altura sobre el nivel del carril, con sus centros a una altura de entre 1 500 mm y 2 000 mm sobre el nivel del carril,
 - simétricamente con respecto a la línea central de los carriles, y con una distancia entre sus centros no inferior a 1 000 mm.

▼ M5

- 4) El color de los focos de cabeza se ajustará a los valores indicados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].
- 5) Los focos de cabeza tendrán dos niveles de intensidad luminosa: «atenuada» y «plena potencia».

Para cada nivel, la intensidad luminosa de los focos de cabeza medida a lo largo del eje óptico del foco se ajustará a los valores indicados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].

- 6) La instalación de los focos de cabeza de la unidad proporcionará un medio de ajuste de la alineación de su eje óptico cuando estén instalados en la unidad, conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].

▼ B

- 7) Podrán incluirse focos de cabeza adicionales (por ejemplo, focos de cabeza superiores). Dichas focos de cabeza adicionales cumplirán el requisito sobre el color de los focos especificado anteriormente en esta ► **M5** punto ◀.

Nota: Los focos de cabeza adicionales no son obligatorias; su uso a nivel operacional podrá estar sujeto a restricciones.

4.2.7.1.2 Luces de posición

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Se instalarán tres luces de posición blancas en la parte delantera del tren para que este sea visible.
- 3) Habrá dos luces de posición inferiores que irán situados:
 - a la misma altura sobre el nivel del carril, con sus centros a una altura de entre 1 500 mm y 2 000 mm sobre el nivel del carril,
 - simétricamente con respecto a la línea central de los carriles, y con una distancia entre sus centros no inferior a 1 000 mm.
- 4) La tercera luz de posición irá situada en posición central por encima de las dos luces inferiores, con una separación vertical de sus centros igual o superior a 600 mm.
- 5) Está permitido utilizar el mismo componente para los focos de cabeza y para las de posición.

▼ M5

- 6) La especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20] especifica las características de:
 - a) el color de las luces de posición;
 - b) la distribución espectral de la radiación de la luz de las luces de posición;
 - c) la intensidad luminosa de las luces de posición.
- 7) La instalación de las luces de posición de la unidad proporcionará un medio de ajuste de la alineación de su eje óptico cuando estén instalados en la unidad, conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].

▼ B

4.2.7.1.3 Luces de cola

- 1) Se colocarán dos luces de cola rojas en el extremo trasero de las unidades de manera que estas sean visibles desde atrás.
- 2) Para las unidades que no lleven cabina de conducción y sean evaluadas para explotación general, las luces podrán ser portátiles; en ese caso, el tipo de lámpara portátil que deba utilizarse se ajustará al apéndice E de la ETI de Vagones; Su funcionalidad se verificará mediante examen de diseño y ensayo de tipo a nivel de componente (componente de interoperabilidad «lámpara de cola portátil»), pero no se requiere aportar las mismas.
- 3) Las luces de cola irán situadas:
 - a la misma altura sobre el nivel del carril, con sus centros a una altura de entre 1 500 mm y 2 000 mm sobre el nivel del carril,
 - simétricamente con respecto a la línea central de los carriles, y con una distancia entre sus centros no inferior a 1 000 mm.

▼ M5

- 4) La especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20] especifica las características de:
 - a) el color de las luces de cola;
 - b) la intensidad luminosa de las luces de cola.

▼ B

- 5) La intensidad luminosa de las luces de cola se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice 40, ► **M5** punto ◀ 5.5.4, cuadro 8 (valor).

▼ M5

4.2.7.1.4 Mandos de las luces

- 1) El presente punto se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Deberá ser posible que el maquinista controle:
 - los focos de cabeza y las luces de posición de la unidad desde la posición normal de conducción,
 - las luces de cola de la unidad desde la cabina.

Este control podrá hacerse mediante mandos independientes o combinaciones de mandos.

- 3) En las unidades destinadas a operar en una o varias de las redes enumeradas en el punto 7.3.2.8a, el maquinista deberá poder utilizar los focos de cabeza en modo de intermitencia/parpadeo automático e inhibir esta función. Las características del modo de intermitencia/parpadeo no serán una condición para acceder a una red.
- 4) La instalación de los mandos para activar e inhibir el modo de intermitencia/parpadeo de los focos de cabeza se registrará en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.2.

▼B

4.2.7.2. Bocina (dispositivo de aviso acústico)

4.2.7.2.1 Aspectos generales

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a las unidades equipadas con cabina de conducción.
- 2) Los trenes irán equipados con bocinas de advertencia para que sean audibles.
- 3) Las notas de las bocinas de advertencia acústica deben ser reconocibles como procedentes de un tren y no parecerse a las bocinas utilizadas en el transporte por carretera o en las fábricas u otros dispositivos de advertencia comunes. Las bocinas de advertencia emitirán al menos uno de los siguientes sonidos de advertencia, que sonará de manera independiente:
 - sonido 1: la frecuencia fundamental de cada nota, de manera independiente, será de 660 Hz ± 30 Hz (nota alta),
 - sonido 2: la frecuencia fundamental de cada nota, de manera independiente, será de 370 Hz ± 20 Hz (nota baja).
- 4) En caso de utilizarse, de manera voluntaria, sonidos de aviso adicionales al indicado anteriormente (independientes o combinados), su nivel de presión acústica no superará los valores especificados a continuación en la ► **M5** punto 4.2.7.2.2 ◀.

Nota: Su uso a nivel operacional podrá estar sujeto a restricciones.

▼M5

4.2.7.2.2. Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia

- 1) El nivel de presión acústica con ponderación C producido por cada bocina que se haga sonar de manera independiente (o en grupo si están diseñadas para sonar al mismo tiempo en acorde), cuando esté integrada en la unidad, será el definido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [21].
- 2) El procedimiento de evaluación de la conformidad se especifica en el punto 6.2.3.17.

▼B

4.2.7.2.3 Protección

- 1) Las bocinas de advertencia y sus sistemas de control estarán diseñados o protegidos, en la medida en que sea practicable, de manera que se mantenga su función cuando reciban impactos de objetos aéreos como residuos diversos, polvo, nieve, granizo o aves.

4.2.7.2.4 Mando de la bocina

- 1) El maquinista deberá poder hacer sonar el dispositivo de advertencia acústica desde todas las posiciones de conducción especificadas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.9 de la presente ETI.

4.2.8. *Equipo de tracción y eléctrico*

▼ B

4.2.8.1. Prestaciones de tracción

4.2.8.1.1. Aspectos generales

- 1) La finalidad del sistema de tracción del tren es asegurar que el tren pueda funcionar a diferentes velocidades hasta su velocidad de servicio máxima. Los factores principales que influyen en las prestaciones de tracción son la potencia de tracción, la composición y la masa del tren, la adherencia, el gradiente de la vía y la resistencia al avance del tren.
- 2) Las prestaciones de una unidad para unidades equipadas con equipo de tracción y que circulen en diferentes formaciones de tren se definirán de tal manera que, a partir de ellas, puedan obtenerse las prestaciones de frenado globales del tren.
- 3) Las prestaciones de tracción se caracterizarán mediante la velocidad de servicio máxima y la curva característica de tracción [esfuerzo en la llanta = F (velocidad)].
- 4) La unidad se caracteriza por su resistencia al avance y su masa.
- 5) La velocidad de servicio máxima, curva característica de tracción y la resistencia al avance son los factores asociados a la unidad necesarios para definir un horario que permita asignar un surco al tren dentro de la malla general de una línea dada. Estos documentos formarán parte de la documentación técnica relacionada con la unidad descrita en la **► M5** punto **◄** 4.2.12.2 de la presente ETI.

▼ M5

4.2.8.1.2. Requisitos sobre prestaciones

- 1) Este punto se aplica a las unidades equipadas con equipo de tracción.
- 2) Los perfiles del esfuerzo de tracción de la unidad [esfuerzo en la llanta = F (velocidad)] se determinarán mediante cálculo; la resistencia de la unidad al avance se determinará mediante el cálculo para el caso de carga «masa de diseño bajo carga útil normal», según se define en el punto 4.2.2.10.
- 3) Los perfiles del esfuerzo de tracción de la unidad y la resistencia de la unidad al avance se registrarán en la documentación técnica (véase el punto 4.2.12.2).
- 4) La velocidad máxima de diseño se definirá a partir de los datos anteriores para el caso de carga «masa de diseño bajo carga útil normal» sobre una vía nivelada; la velocidad máxima de diseño superior a 60 km/h será un múltiplo de 5 km/h.
- 5) Para las unidades evaluadas en formación fija o predefinida, a la velocidad de servicio máxima y en una vía nivelada, la unidad aún deberá ser capaz de proporcionar una aceleración de al menos $0,05 \text{ m/s}^2$ para el caso de carga «masa de diseño bajo carga útil normal». Este requisito podrá verificarse mediante cálculo o mediante ensayo (medición de la aceleración) y es aplicable a velocidades máximas de diseño de hasta 350 km/h.
- 6) Los requisitos sobre el corte de tracción requerido en caso de frenado se definen en el punto 4.2.4.

▼ M5

- 7) Los requisitos sobre la disponibilidad de la función de tracción en caso de incendio a bordo se definen en el punto 4.2.10.4.4.
- 8) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Corte de tracción» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

Requisitos adicionales para las unidades evaluadas en formación fija o predefinida cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h

- 9) La aceleración media en una vía nivelada, para el caso de carga «masa de diseño bajo carga útil normal», será al menos:

— 0,40 m/s² desde 0 km/h hasta 40 km/h,

— 0,32 m/s² desde 0 km/h hasta 120 km/h,

— 0,17 m/s² desde 0 km/h hasta 160 km/h.

Este requisito podrá verificarse mediante cálculo únicamente o mediante ensayo (medición de la aceleración) combinado con cálculo.

- 10) En el diseño del sistema de tracción, se supondrá una adherencia rueda-carril calculada no superior a:
 - 0,30 en el arranque y a muy baja velocidad,
 - 0,275 a 100 km/h,
 - 0,19 a 200 km/h,
 - 0,10 a 300 km/h.
- 11) Un fallo único del equipo de alimentación que afecte a la capacidad de tracción no privará a la unidad de más del 50 % de su fuerza de tracción.

▼ B

4.2.8.2. Alimentación eléctrica

4.2.8.2.1 Aspectos generales

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se ocupa de los requisitos aplicables al material rodante referentes al subsistema de energía; por tanto, la presente ► **M5** punto ◀ 4.2.8.2 se aplica a las unidades eléctricas.
- 2) La ETI de Energía especifica los siguientes sistemas eléctricos: sistema de corriente alterna de 25 kV 50 Hz, sistema de corriente alterna de 15 kV 16,7 Hz, sistema de corriente continua 3 kV y sistema de corriente continua de 1,5 kV. Por consiguiente, los requisitos definidos a continuación se refieren solo a estos cuatro sistemas y las referencias a la normas son válidas solo para estos cuatro sistemas.

4.2.8.2.2 Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia

▼ M5

- 1) Las unidades eléctricas deberán poder operar dentro de los márgenes de al menos uno de los sistemas de «tensión y frecuencia» definidos en la ETI ENE, punto 4.2.3, y en el apéndice J-1, índice [69].

▼ B

- 2) El valor real de la tensión de la línea estará disponible en la cabina de conducción en configuración de conducción.
- 3) Los sistemas de «tensión y frecuencia» para los cuales está diseñado el material rodante se harán constar en la documentación técnica definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.2 de la presente ETI.

▼ M5

4.2.8.2.3. Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto

- 1) Las unidades eléctricas con retorno de energía eléctrica a la línea aérea de contacto en el modo de frenado de recuperación cumplirán lo dispuesto en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].

4.2.8.2.4. Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto

- 1) Las unidades eléctricas, incluidas las formaciones fijas y predefinidas, con una potencia superior a 2 MW estarán dotadas de una función de limitación de la potencia o de la corriente. En el caso de las unidades destinadas a utilizarse en explotación múltiple, el requisito se aplicará cuando el tren único —con el número máximo previsto de unidades acopladas— tenga una potencia total superior a 2 MW.
- 2) Las unidades eléctricas estarán dotadas de una regulación automática de la corriente en función de la tensión para limitar la corriente o la potencia a la «corriente o potencia máximas con relación a la tensión» indicada en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].

Podrá emplearse una limitación menos restrictiva (valor inferior del coeficiente «a») a nivel de explotación en una red o una línea concretas, siempre que se cuente con el acuerdo del administrador de la infraestructura.

- 3) La corriente máxima estimada en el punto anterior (corriente nominal) se registrará en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.2.
- 4) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Cambio del consumo de corriente permitido» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Al recibir la información sobre el consumo de corriente permitido:
 - Si la unidad está dotada de una función de limitación de la potencia o la corriente, el dispositivo adapta automáticamente el nivel del consumo de energía.
 - Si la unidad no está dotada de una función de limitación de la potencia o la corriente, el «consumo de corriente permitido» se mostrará a bordo para permitir la intervención del maquinista.

La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

▼ M5

4.2.8.2.5. Corriente máxima en parado

- 1) En el caso de los sistemas de corriente alterna y de corriente continua, la corriente máxima por pantógrafo cuando un tren esté parado será la definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [24].
- 2) En el caso de los sistemas de corriente continua, la corriente máxima en parado por pantógrafo se calculará y verificará mediante medición de conformidad con el punto 6.1.3.7. En el caso de los sistemas de corriente alterna, la comprobación de la corriente en parado no es necesaria, ya que la corriente es más baja y no es un factor crítico que provoque el calentamiento del hilo de contacto.
- 3) En el caso de trenes equipados con almacenamiento de energía eléctrica con fines de tracción:
 - La corriente máxima por pantógrafo con el vehículo en parado en los sistemas de corriente continua solo puede superarse para cargar el almacenamiento de energía eléctrica con fines de tracción, en las ubicaciones permitidas y en las condiciones específicas definidas en el registro de la infraestructura. Solo en ese caso estará permitido que una unidad habilite la capacidad de superar la corriente máxima en parado para los sistemas de corriente continua.
 - El método de evaluación, incluidas las condiciones de medición, es un punto abierto.
- 4) En el caso de los sistemas de corriente continua, el valor medido y las condiciones de medición relativas al material del hilo de contacto y, en el caso de los trenes equipados con almacenamiento de energía eléctrica con fines de tracción, la documentación relativa al funcionamiento del almacenamiento de energía eléctrica se registrarán en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.2.

4.2.8.2.6. Factor de potencia

- 1) Los datos de diseño del factor de potencia del tren (incluida la explotación múltiple de varias unidades, tal como se define en el punto 2.2) estarán sujetos a un cálculo con el fin de verificar los criterios de aceptación que se establecen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].

4.2.8.2.7. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna

- 1) Las unidades eléctricas cumplirán los requisitos que se describen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].
- 2) Las hipótesis y los datos considerados se registrarán en la documentación técnica (véase el punto 4.2.12.2).

4.2.8.2.8. Sistema embarcado de medición de energía

4.2.8.2.8.1. Aspectos generales

- 1) El sistema embarcado de medición de energía mide toda la energía eléctrica activa y reactiva absorbida o devuelta (durante el frenado de recuperación), por la unidad eléctrica, a la línea aérea de contacto.

▼ M5

- 2) El sistema de medición de energía (SME) deberá incluir al menos las funciones siguientes: la función de medición de energía (FME) establecida en el punto 4.2.8.2.8.2 y el sistema de tratamiento de datos (STD) establecido en el punto 4.2.8.2.8.3.
- 3) Un sistema de comunicación adecuado enviará los conjuntos de datos compilados sobre facturación energética (DCFÉ) a un sistema de captación de datos (SCD) situado en tierra. Los protocolos de interfaz y el formato de los datos transferidos entre el SME y el SCD deberán cumplir los requisitos establecidos en el punto 4.2.8.2.8.4.
- 4) El sistema embarcado de medición de energía es adecuado para fines de facturación; los conjuntos de datos definidos en el punto 4.2.8.2.8.3, punto 4, suministrados por este sistema serán aceptados con fines de facturación en todos los Estados miembros.
- 5) La corriente y la tensión nominales del SME se corresponderán con la corriente y la tensión nominales de la unidad eléctrica; esta seguirá funcionando correctamente cuando se cambie de un sistema de suministro de energía de tracción a otro.
- 6) Los datos almacenados en el SME se protegerán contra la pérdida de suministro eléctrico, y el SME se protegerá contra todo acceso no autorizado.
- 7) En aquellas redes en que sea necesario para fines de facturación, se instalará una función de localización a bordo que proporcione datos de posición procedentes de una fuente externa al STD. En cualquier caso, el sistema SME deberá poder alojar una función de localización compatible. Si se ofrece la función de localización, esta deberá cumplir los requisitos establecidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [55].
- 8) La instalación de un SME, su función de localización a bordo, la descripción de la comunicación entre la unidad y el equipo en tierra y el control metrológico, incluida la clase de precisión de la FME, se registrarán en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 9) La documentación de mantenimiento descrita en el punto 4.2.12.3 incluirá cualquier procedimiento de verificación periódica necesario para asegurar el nivel de precisión requerido del SME durante su vida útil.

4.2.8.2.8.2. Función de medición de energía (FME)

- 1) La FME deberá garantizar la medición de la tensión y la corriente, el cálculo de la energía y la producción de datos de energía.
- 2) Los datos de energía proporcionados por la FME tendrán un período de referencia de cinco minutos definido por la hora del Tiempo Universal Coordinado (UTC) al final de cada período de referencia, el cual se indicará a partir de la marca de tiempo 00:00:00. Estará permitido utilizar un período de medición más corto si los datos pueden agregarse a bordo en períodos de referencia de cinco minutos.

▼ **M5**

- 3) La precisión de la FME para la medición de energía activa se ajustará a lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56].
- 4) Cada dispositivo que desempeñe una o varias funciones de FME deberá indicar: el control metrológico y su clase de precisión, según las designaciones de clase indicadas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56].
- 5) La evaluación de la conformidad de la precisión se establece en el punto 6.2.3.19a.
- 6) En caso de que:

— esté previsto instalar un SME en un vehículo existente, o

— se actualice un SME existente (o partes de este),

y cuando los componentes existentes de un vehículo se utilicen como parte de la FME, los requisitos 1) a 5) se aplicarán a las mediciones de corriente y tensión teniendo en cuenta únicamente el factor de influencia de la temperatura a la temperatura nominal y solo podrán verificarse para el intervalo del 20 al 120 % de la corriente nominal. En la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2 se registrarán:

— la característica de la conformidad de los componentes del sistema embarcado de medición de energía con este conjunto limitado de requisitos, y

— las condiciones de uso de estos componentes.

4.2.8.2.8.3. Sistema de tratamiento de datos (STD)

- 1) El STD deberá garantizar la producción, a efectos de facturación energética, de conjuntos de datos compilados sobre facturación energética, combinando los datos de la FME con datos de tiempo y, cuando sea necesario, de posición geográfica, y almacenando la información para su envío mediante un sistema de comunicación a un sistema de captación de datos (SCD) situado en tierra.
- 2) El STD compilará los datos sin corromperlos y llevará incorporada una funcionalidad de almacenamiento de datos con una capacidad de memoria suficiente para almacenar los datos compilados de al menos 60 días de funcionamiento continuo. El período de referencia que se utilice deberá ser el mismo que el de la FME.
- 3) El STD tendrá capacidad de ser interrogado localmente a bordo a efectos de auditoría y recuperación de datos.
- 4) El STD proporcionará DCFE, combinando para cada período de referencia los datos siguientes:
 - identificación única del punto de consumo (IDPC) del SME definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [57],

▼M5

— el tiempo de finalización de cada período, definido como año, mes, día, hora, minuto y segundo,

— los datos de localización al final de cada período,

— la energía consumida/regenerada activa y reactiva (en su caso) en cada período, expresada en vatios-hora (energía activa) y voltiamperios-hora (energía reactiva) o sus múltiplos decimales.

- 5) La evaluación de la conformidad de la compilación y el tratamiento de los datos producidos por el STD se establece en el punto 6.2.3.19a.

4.2.8.2.8.4. Protocolos de interfaz y formato de los datos transferidos entre el SME y el SCD

El intercambio de datos entre el EMS y el SCD cumplirá los requisitos especificados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [58], con respecto a las siguientes características:

- 1) Los servicios de aplicación (capa de servicio) del SME.
- 2) Los derechos de acceso de usuario de estos servicios de aplicación.
- 3) La estructura (capa de datos) de estos servicios de aplicación, que se ajustará al esquema XML definido.
- 4) El mecanismo de mensajes (capa de mensajes) para soportar estos servicios de aplicación, que se ajustará a los métodos definidos y al esquema XML.
- 5) Los protocolos de aplicación para soportar el mecanismo de mensajes.
- 6) Las arquitecturas de comunicación: el SME utilizará al menos una de ellas.

▼B

4.2.8.2.9 Requisitos relacionados con el pantógrafo

4.2.8.2.9.1 Rango de alturas de trabajo del pantógrafo

4.2.8.2.9.1.1 Altura de interacción con los hilos de contacto (nivel de material rodante)

La instalación de un pantógrafo en una unidad eléctrica permitirá el contacto mecánico de, al menos, uno de los hilos de contacto en alturas comprendidas entre:

- 1) 4 800 mm y 6 500 mm sobre el nivel del carril para las vías proyectadas con arreglo al contorno de referencia GC;
- 2) 4 500 mm y 6 500 mm sobre el nivel del carril para las vías proyectadas con arreglo al contorno de referencia GA/GB;

▼ B

- 3) 5 550 mm y 6 800 mm sobre el nivel del carril para las vías proyectadas con arreglo al perfil T (ancho de vía de 1 520 mm);
- 4) 5 600 mm y 6 600 mm sobre el nivel del carril proyectado con arreglo al ancho de vía FINI (ancho de vía de 1 524 mm).

▼ M3

- 5) ► **M5** 4 190 mm y 5 700 mm por encima del nivel del carril en el caso de las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en el sistema de corriente continua de 1 500 V, de conformidad con el ancho de vía IRL (sistema de ancho de vía de 1 600 mm) ◀.

▼ B

Nota: La captación de corriente se verifica conforme a las ► **M5** puntos ◀ 6.1.3.7 y 6.2.3.21 de la presente ETI, donde se especifican las alturas del hilo de contacto para los ensayos; no obstante, se supone que la captación de corriente a baja velocidad es posible siempre que el hilo de contacto esté a una de las alturas especificadas anteriormente.

4.2.8.2.9.1.2 Rango de alturas de trabajo del pantógrafo (nivel de componente de interoperabilidad)

- 1) Los pantógrafos tendrán un rango de trabajo de, al menos, 2 000 mm.
- 2) Las características que deben verificarse se ajustarán a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [23] ◀.

4.2.8.2.9.2 Geometría del arco del pantógrafo (nivel de componente de interoperabilidad)

▼ M3

- 1) En el caso de las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en anchos de vía distintos del sistema de 1 520 mm o de 1 600 mm, al menos un pantógrafo o uno de los pantógrafos que debe(n) instalarse tendrá un tipo de geometría del arco que se ajuste a una de las dos especificaciones indicadas en las ► **M5** puntos ◀ 4.2.8.2.9.2.1 y 2 a continuación.

▼ M5

- 2) Para las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas únicamente en el ancho de vía 1 520 mm, al menos uno de los pantógrafos que han de instalarse tendrá un tipo de geometría del arco que se ajuste a una de las tres especificaciones indicadas en los puntos 4.2.8.2.9.2.1, 2 y 3.

▼ M3

- 2a) En el caso de las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas únicamente en el ancho de vía de 1 600 mm, al menos uno de los pantógrafos que deben instalarse tendrá un tipo de geometría del arco que se ajuste a una de las tres especificaciones indicadas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.8.9.2.3a que figura a continuación.

▼ B

- 3) El tipo o los tipos de geometría del arco del pantógrafo con los que vaya equipada una unidad eléctrica se consignarán en la documentación técnica definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.2 de la presente ETI.

▼ **B**

- 4) La anchura del arco del pantógrafo no superará los 0,65 metros.
- 5) Los arcos de pantógrafo que vayan equipados con frotadores provistos de suspensiones independientes se ajustarán a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [24] ◀.
- 6) El contacto entre el hilo de contacto y el arco del pantógrafo está permitido fuera de los frotadores y dentro de todo el rango de conducción, a lo largo de tramos limitados de la línea en condiciones adversas, como por ejemplo, cuando coincida el balanceo del vehículo con la presencia de fuertes vientos

El rango de conducción y la longitud mínima del frotador se especifican más adelante como parte de la geometría del arco del pantógrafo.

4.2.8.2.9.2.1 Geometría del arco del pantógrafo de tipo 1 600 mm

- 1) La geometría del arco del pantógrafo se ajustará a la representación que se muestra en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [24] ◀.

4.2.8.2.9.2.2 Geometría del arco del pantógrafo de tipo 1 950 mm

- 1) La geometría del arco del pantógrafo se ajustará a la representación que se muestra en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [24] ◀.
- 2) Se permiten materiales tanto aislantes como no aislantes para los cuernos.

4.2.8.2.9.2.3 Geometría del arco del pantógrafo de tipo 2 000 mm/2 260 mm

- 1) El perfil del arco del pantógrafo será el que se muestra a continuación:

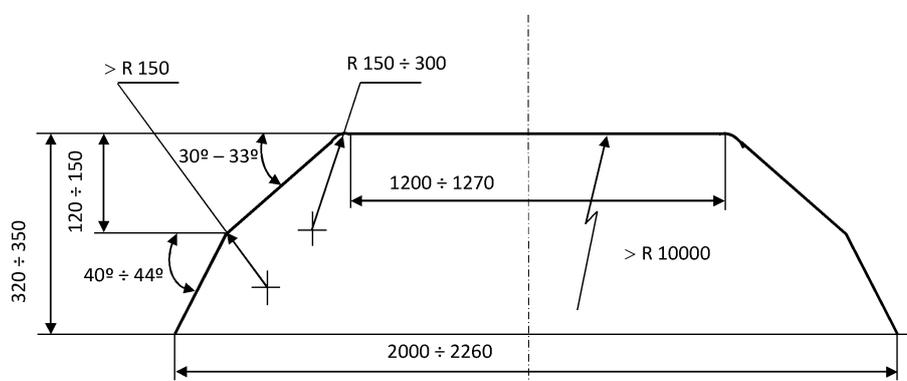
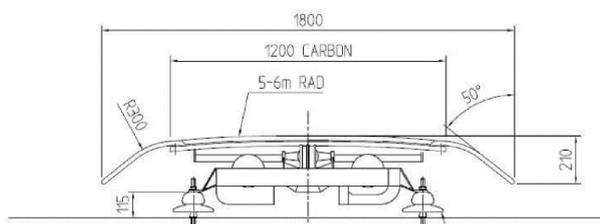


Fig. Patines de contacto: configuración y dimensiones

▼ **M3**

4.2.8.2.9.3 Geometría del arco del pantógrafo de tipo 1 800 mm

- 1) El perfil del arco del pantógrafo será el que se muestra a continuación:



▼ M5

4.2.8.2.9.3a. Capacidad de corriente del pantógrafo (nivel de componente de interoperabilidad)

- 1) Los pantógrafos se diseñarán para la corriente nominal (definida en el punto 4.2.8.2.4) que deba transmitirse a la unidad eléctrica.
- 2) Se realizará un análisis que demuestre que el pantógrafo es capaz de transportar la corriente nominal; este análisis incluirá la verificación de los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [23].
- 3) Los pantógrafos se diseñarán para una corriente en parado cuyo máximo se define en el punto 4.2.8.2.5.

▼ B

4.2.8.2.9.4 Frotador (nivel de componente de interoperabilidad)

- 1) Los frotadores son las partes sustituibles del arco del pantógrafo que están en contacto directo con el hilo de contacto.

4.2.8.2.9.4.1 Geometría de los frotadores

- 1) Los frotadores se diseñarán geométricamente de manera que puedan acoplarse a una de las geometrías del arco del pantógrafo especificadas en la ► **M5** punto ◀ 4.2.8.2.9.2.

4.2.8.2.9.4.2 Material del frotador

- 1) El material utilizado para los frotadores será mecánica y eléctricamente compatible con el material del hilo de contacto (especificado en la ► **M5** punto ◀ 4.2.14 de la ETI de Energía), a fin de asegurar la adecuada captación de corriente y de evitar que la superficie de los hilos de contacto sufra una abrasión excesiva, lo que reducirá el desgaste de los hilos de contacto y de los frotadores.
- 2) Se permitirá el carbono puro o el carbono impregnado con aditivos.

Cuando se utilice un material aditivo metálico, el contenido metálico de los frotadores de carbono será cobre o una aleación de cobre y no superará el 35 % en peso cuando se utilicen en líneas de corriente alterna y el 40 % cuando se utilicen en líneas de corriente continua.

Los pantógrafos que se evalúen conforme a la presente ETI irán equipados con frotadores de un material mencionado anteriormente.

- 3) Adicionalmente, serán admisibles los frotadores de otro material o con mayor porcentaje de contenido de metal o carbono impregnado con revestimiento de cobre (si se admiten en el Registro de Infraestructura) siempre y cuando:

— estén contemplados en normas reconocidas, con mención de las restricciones, en su caso, o

— se hayan sometido a un ensayo de idoneidad para el uso ► **M5** (véase el punto 6.1.3.8) ◀.

▼ B

4.2.8.2.9.5 Fuerza estática de contacto del pantógrafo (nivel de componente de interoperabilidad)

- 1) La fuerza estática de contacto es la fuerza de contacto vertical ejercida en dirección ascendente por el arco del pantógrafo sobre el hilo de contacto y provocada por el aparato elevador del pantógrafo, cuando se eleva el pantógrafo y el vehículo permanece en parado.
- 2) La fuerza estática de contacto que ejerce el pantógrafo sobre el hilo de contacto, definida anteriormente, será ajustable como mínimo dentro de los siguientes intervalos (según sea la zona de uso del pantógrafo):

— de 60 N a 90 N para sistemas de alimentación de corriente alterna (C.A.),

— de 90 N a 120 N para sistemas de alimentación de corriente continua (C.C.) de 3 kV,

— de 70 N a 140 N para sistemas de alimentación de corriente continua (C.C.) de 1,5 kV.

▼ M5

4.2.8.2.9.6. Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo

- 1) La fuerza de contacto media F_m es la media estadística de la fuerza de contacto del pantógrafo y está formada por los componentes estáticos y aerodinámicos de la fuerza de contacto con corrección dinámica.
- 2) Los factores que influyen en la fuerza de contacto media son el propio pantógrafo, su posición en la composición del tren, su recorrido vertical y el material rodante en el que está montado el pantógrafo.
- 3) El material rodante y los pantógrafos instalados en el material rodante estarán diseñados para ejercer una fuerza de contacto media F_m en el hilo de contacto dentro de un intervalo especificado en el punto 4.2.11 de la ETI ENE, a fin de asegurar la calidad de captación de corriente sin que se produzcan arcos indebidos, y de limitar el desgaste y los riesgos sobre los frotadores. El ajuste de la fuerza de contacto se hace cuando se efectúan ensayos dinámicos.
- 3a) El material rodante y los pantógrafos instalados en el material rodante no superarán los valores límite para la elevación S_0 ni para la desviación estándar σ_{\max} o el porcentaje de arcos, tal como se definen en el punto 4.2.12 de la ETI ENE.
- 4) La verificación a nivel de componente de interoperabilidad validará el comportamiento dinámico del propio pantógrafo, así como su capacidad de captar corriente de una línea aérea de contacto conforme con la ETI. el procedimiento de evaluación de la conformidad se especifica en el punto 6.1.3.7.
- 5) La verificación a nivel de subsistema de material rodante (integración en un vehículo concreto) permitirá ajustar la fuerza de contacto, teniendo en cuenta los efectos aerodinámicos debidos al material rodante y a la posición del pantógrafo en la unidad o en las formaciones de tren fijas o predefinidas; el procedimiento de evaluación de la conformidad se especifica en el punto 6.2.3.20.

▼ M5

4.2.8.2.9.7. Disposición de los pantógrafos (nivel de material rodante)

- 1) Es admisible que haya varios pantógrafos en contacto con la línea aérea de contacto al mismo tiempo.
- 2) El número de pantógrafos y la separación entre ellos se diseñarán teniendo en cuenta los requisitos de captación de corriente definidos anteriormente en el punto 4.2.8.2.9.6.
- 3) Cuando la separación entre dos pantógrafos consecutivos en formaciones fijas o predefinidas de la unidad evaluada sea inferior a la separación indicada en el punto 4.2.13 de la ETI ENE para el tipo seleccionado de distancia de diseño de la línea aérea de contacto, o cuando más de dos pantógrafos estén simultáneamente en contacto con la línea aérea de contacto, deberá demostrarse mediante ensayo la conformidad con el comportamiento dinámico definido anteriormente en el punto 4.2.8.2.9.6.
- 4) Las distancias entre pantógrafos consecutivos para las que se haya verificado el material rodante se registrarán en la documentación técnica (véase el punto 4.2.12.2).

4.2.8.2.9.8. Circulación a través de secciones de separación de fases o de sistemas (nivel de material rodante)

- 1) Los trenes se diseñarán de manera que puedan pasar de un sistema de alimentación eléctrica a otro adyacente y de una sección de fase a otra adyacente (según se describe en los puntos 4.2.15 y 4.2.16 de la ETI ENE) sin tener que puentear ni las secciones de separación de sistemas ni las de fases.
- 2) Las unidades eléctricas diseñadas para varios sistemas de alimentación eléctrica reconocerán automáticamente, al circular a través de secciones de separación de sistemas, la tensión del sistema de alimentación eléctrica que le llega al pantógrafo.
- 3) Al circular a través de secciones de separación de fases o de sistemas, deberá ser posible reducir a cero el intercambio de energía entre la línea aérea de contacto y la unidad. En el Registro de Infraestructura se da información sobre la posición permitida de los pantógrafos: levantados o bajados (con las disposiciones del pantógrafo permitidas) al circular a través de secciones de separación de fases o sistemas.
- 4) Las unidades eléctricas cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h deberán ser capaces de recibir desde el exterior la información relativa al emplazamiento de la sección de separación, y la unidad enviará automáticamente las órdenes correspondientes al mando del pantógrafo y el disyuntor principal sin la intervención del maquinista.

▼ M5

- 5) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con las funciones de interfaz del tren «Cambio del sistema de tracción», «Sección sin alimentación, bajar pantógrafos. Órdenes de tierra» y «Sección sin alimentación, desconectar interruptor principal. Órdenes de tierra» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]; para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea inferior a 250 km/h, no es necesario que las órdenes posteriores sean automáticas. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 6) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con las funciones de interfaz del tren «Interruptor principal. Órdenes del STM» y «Pantógrafo. Órdenes del STM» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea inferior a 250 km/h, no es necesario que las órdenes posteriores sean automáticas. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

4.2.8.2.9.9. Aislamiento del pantógrafo respecto al vehículo (nivel de material rodante)

- 1) En las unidades eléctricas, los pantógrafos se montarán de manera que se asegure que el recorrido de la corriente, desde el arco de captación hasta los equipos del vehículo, esté aislado. El aislamiento será adecuado para todas las tensiones del sistema para las cuales se haya diseñado la unidad.

4.2.8.2.9.10. Bajada del pantógrafo (nivel de material rodante)

- 1) Las unidades eléctricas estarán diseñadas para bajar el pantógrafo en un período de tiempo (3 segundos) ajustado a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [23], y a la distancia de aislamiento dinámico de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [26], ya sea por iniciativa del maquinista o en respuesta a una función de control del tren (incluidas las funciones de control-mando y señalización).
- 2) El pantógrafo bajará hasta la posición plegada en menos de 10 segundos.

Cuando se baje el pantógrafo, el disyuntor principal se habrá abierto previamente de manera automática.

- 3) Si una unidad eléctrica está equipada con un dispositivo de descenso automático («automatic dropping device», ADD) que baje el pantógrafo en caso de avería del arco de captación, el ADD cumplirá los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [23].
- 4) Las unidades eléctricas cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 160 km/h estarán equipadas con un ADD.

▼ M5

- 5) Las unidades eléctricas que requieran más de un pantógrafo levantado en funcionamiento y cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 120 km/h estarán equipadas con un ADD.
- 6) También se permite que otras unidades eléctricas estén equipadas con un ADD.

4.2.8.2.10. Protección eléctrica del tren

- 1) Las unidades eléctricas estarán protegidas contra cortocircuitos internos (desde el interior de la unidad).
- 2) La ubicación del disyuntor principal será tal que proteja los circuitos de alta tensión embarcados, incluida toda conexión de alta tensión entre vehículos. El pantógrafo, el disyuntor principal y la conexión de alta tensión entre ellos, se ubicarán en el mismo vehículo.
- 3) Las unidades eléctricas estarán protegidas contra sobretensiones cortas, sobretensiones temporales y corrientes de pérdida máximas. Para cumplir este requisito, el diseño de la coordinación de la protección eléctrica de la unidad cumplirá los requisitos definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].

4.2.8.3. Se deja en blanco intencionadamente

▼ B

4.2.8.4. Protección contra los riesgos eléctricos

- 1) El material rodante y sus componentes en tensión estarán diseñados de tal manera que se evite el contacto directo o indirecto con el personal del tren y los viajeros, tanto en condiciones normales como en caso de avería del equipo. A fin de cumplir este requisito, se aplicarán las disposiciones contempladas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [27] ◀.

4.2.9. *Cabina de conducción e interfaz hombre-máquina*

- 1) Los requisitos especificados en esta ► **M5** punto ◀ se aplican a las unidades equipadas con cabina de conducción.

4.2.9.1. Cabina de conducción

4.2.9.1.1 Aspectos generales

- 1) Las cabinas de conducción se diseñarán de manera que pueda manejarlas un único maquinista.
- 2) El nivel máximo de ruido permitido en la cabina es el especificado en la ETI de Ruido.

4.2.9.1.2 Entrada y salida

4.2.9.1.2.1 Entrada y salida en condiciones de servicio

- 1) La cabina de conducción será accesible desde ambos lados del tren, desde una altura de 200 mm por debajo de la cabeza del carril.

▼B

- 2) Está permitido que este acceso sea directo desde el exterior, mediante una puerta exterior de la cabina, o a través de la zona situada en la parte trasera de la cabina. En este último caso, los requisitos definidos en esta ►**M5** punto ◀ se aplicarán a los accesos exteriores utilizados para acceder a la cabina por cualquiera de los dos lados del vehículo.
- 3) Los medios para que la tripulación del tren entre en la cabina y salga de ella, como peldaños, pasamanos o manillas de apertura, permitirán un uso seguro y fácil, para lo cual sus dimensiones (inclinación, anchura, separación, forma) deberán evaluarse conforme a normas reconocidas; estos medios estarán diseñados teniendo en cuenta criterios ergonómicos en relación con su uso. Los peldaños no tendrán bordes cortantes que supongan un obstáculo para los zapatos de la tripulación del tren.
- 4) El material rodante con pasarelas exteriores irá equipado de pasamanos y bordes bajos para la contención de los pies, para la seguridad del maquinista al acceder a la cabina.
- 5) Las puertas exteriores de la cabina de conducción se abrirán de tal manera que permanezcan dentro del contorno de referencia previsto (véase la ►**M5** punto ◀ 4.2.3.1 de la presente ETI) cuando estén abiertas (estando la unidad en parado).
- 6) Las puertas exteriores de la cabina de conducción tendrán un paso libre mínimo de 1 675 mm × 500 mm, cuando sean accesibles mediante peldaños, o de 1 750 mm × 500 mm, cuando sean accesibles al nivel del suelo.
- 7) Las puertas interiores utilizadas por la tripulación del tren para acceder a la cabina tendrán un paso libre mínimo de 1 700 mm × 430 mm.
- 8) Cuando las puertas tanto exteriores como interiores de la cabina de conducción estén situadas en posición perpendicular a la dirección de la marcha y adyacentes al lateral del vehículo, estará permitido reducir la anchura de la distancia libre de paso en su parte superior (ángulo del lado superior exterior) debido al gálibo del vehículo; en ningún caso esta reducción superará la limitación impuesta por el gálibo en la parte superior ni se traducirá en que la anchura de paso libre en la parte superior de la puerta sea inferior a 280 mm.
- 9) La cabina de conducción y su acceso estarán diseñados de manera que la tripulación del tren pueda evitar el acceso a la cabina de personal no autorizado, tanto si la cabina está ocupada como si no, y de manera que el ocupante de la cabina pueda salir de ella sin tener que usar ninguna herramienta ni llave.
- 10) Deberá poderse acceder a la cabina de conducción sin que se disponga de alimentación eléctrica a bordo. Las puertas exteriores de la cabina no se abrirán de manera no intencionada.

▼B

4.2.9.1.2.2 Salida de emergencia de la cabina de conducción

- 1) En una situación de emergencia, será posible la evacuación de la tripulación del tren de la cabina de conducción y el acceso de los servicios de rescate al interior de la cabina por ambos lados de la misma, utilizando uno de los siguientes medios de salida de emergencia: puertas exteriores de la cabina (acceso directamente desde el exterior, según se define anteriormente en la ►M5 punto ◀ 4.2.9.1.2.1) o ventanas laterales o escotillas de emergencia.
- 2) En todos los casos, el medio de salida de emergencia tendrá un paso libre mínimo (zona libre) de 2 000 cm² con una dimensión interior mínima de 400 mm, para permitir la liberación de las personas atrapadas.
- 3) Las cabinas de conducción en posición frontal tendrán al menos una salida interior; esta salida dará acceso a una zona de una longitud mínima de 2 metros, de una distancia libre mínima idéntica a las especificadas en la ►M5 punto ◀ 4.2.9.1.2.1, puntos 7 y 8, y esta zona estará libre de cualquier elemento que obstaculice la evacuación del maquinista. La zona anteriormente citada estará ubicada a bordo de la unidad y podrá ser una zona interior o una zona abierta al exterior.

4.2.9.1.3 Visibilidad exterior

4.2.9.1.3.1 Visibilidad delantera

- 1) La cabina de conducción estará diseñada de manera que permita al maquinista, en su posición de conducción sentada, tener una línea de visión clara y sin obstáculos a fin de distinguir las señales fijas colocadas tanto a la derecha como a la izquierda de una vía recta, y en curvas con un radio de 300 m o más, en las condiciones definidas en el apéndice F.
- 2) El requisito anterior se cumplirá también desde la posición de conducción de pie en las condiciones definidas en el apéndice F, en las locomotoras y los coches con cabina de conducción, cuando estos coches estén destinados a que el maquinista los conduzca también de pie.
- 3) Para las locomotoras con cabina central y para el material rodante auxiliar, a fin de asegurar la visibilidad de las señales bajas, está permitido que el maquinista se mueva entre diferentes posiciones dentro de la cabina con objeto de cumplir el requisito anterior; no es obligatorio cumplir el requisito desde la posición de sentado.

4.2.9.1.3.2 Vista trasera y lateral

- 1) La cabina estará diseñada de manera que permita que el maquinista tenga una vista trasera de cada lado del tren en parado. Se permitirá cumplir este requisito por uno de los medios siguientes: ventanas o paneles laterales que puedan abrirse a cada lado de la cabina, espejos exteriores o sistemas de cámara.

▼B

- 2) En caso de utilizarse como medio para cumplir el requisito mencionado anteriormente en el punto 1, ventanas o paneles laterales que puedan abrirse, la apertura será lo suficientemente amplia como para que el maquinista pueda sacar la cabeza por ella; además, en el caso de las locomotoras y los coches con cabina de conducción destinados a utilizarse en una composición de tren con una locomotora, el diseño deberá permitir al maquinista utilizar al mismo tiempo el freno de emergencia.

4.2.9.1.4 Distribución interior

- 1) La distribución interior de la cabina tendrá en cuenta las medidas antropométricas del maquinista establecidas en el apéndice E.
- 2) No habrá obstrucciones en el interior de la cabina que limiten la libertad de movimiento del personal.
- 3) El suelo de la cabina correspondiente a la zona de trabajo del maquinista (excluidos el acceso a la cabina y el reposapiés) no tendrá escalones.
- 4) La distribución interior permitirá posiciones de conducción de pie y sentado en las locomotoras y en los coches con cabina de conducción, cuando estos coches estén destinados a que el maquinista los conduzca también de pie.
- 5) La cabina estará equipada con al menos un asiento de maquinista ►**M5** (véase el punto 4.2.9.1.5) ◀ y, de manera complementaria, con un asiento no considerado como de conducción, para un posible ayudante.

4.2.9.1.5 Asiento del maquinista

Requisitos a nivel de componente

- 1) El asiento del maquinista estará diseñado de tal manera que le permita desempeñar todas las funciones de conducción normales en posición de sentado, teniendo en cuenta las medidas antropométricas del maquinista establecidas en el apéndice E. Asimismo, permitirá que el maquinista esté en una postura correcta desde el punto de vista fisiológico.

▼M5

- 2) El maquinista deberá poder ajustar la posición del asiento a fin de poder cumplir con la posición de referencia de los ojos para la visibilidad exterior, definida en el punto 4.2.9.1.3.1.

▼B

- 3) En el diseño del asiento y su utilización por el maquinista se tomarán en consideración aspectos de ergonomía y salud.

Requisitos para la integración en la cabina de conducción

- 4) El montaje del asiento en la cabina deberá realizarse de tal manera que permita cumplir los requisitos de visibilidad exterior especificados anteriormente en la ►**M5** punto ◀ 4.2.9.1.3.1, utilizando el margen de ajuste que permita el asiento (a nivel de componente); ello no afectará a los aspectos de ergonomía y salud ni al uso del asiento por parte del maquinista.
- 5) El asiento no constituirá un obstáculo para que el maquinista pueda escapar en caso de emergencia.

▼ B

- 6) El montaje del asiento del maquinista en locomotoras y coches con cabina de conducción, cuando estos coches estén destinados a que el maquinista los conduzca también de pie, permitirá el ajuste para obtener el espacio libre necesario para la posición de conducción de pie.

4.2.9.1.6 Pupitre de conducción: ergonomía

- 1) El pupitre de conducción y su equipo y mandos de funcionamiento se dispondrán de manera que el maquinista pueda mantener una postura normal, en la posición de conducción más frecuente, sin obstaculizar su libertad de movimiento, teniendo en cuenta las medidas antropométricas del maquinista establecidas en el apéndice E.
- 2) Para que puedan colocarse en la superficie del pupitre de conducción los documentos en papel necesarios durante la conducción, se dispondrá de una zona de un mínimo de 30 cm de anchura por 21 cm de altura, frente al asiento del maquinista.
- 3) Los elementos de mando y funcionamiento estarán claramente marcados de manera que el maquinista pueda identificarlos.
- 4) Si el esfuerzo de tracción o de frenado se fija mediante una palanca (una combinada o varias separadas), el «esfuerzo de tracción» se aumentará empujando la palanca hacia adelante y el «esfuerzo de frenado» tirando de la palanca hacia el maquinista.

▼ M5

- 5) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Controlador de la dirección» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].
- 6) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Información del estado de la cabina» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ B

Si hay una posición para el frenado de emergencia, esta se distinguirá claramente de las demás posiciones de la palanca (por ejemplo, mediante una muesca).

4.2.9.1.7 Control de la climatización y calidad del aire

- 1) El aire de la cabina se renovará para mantener la concentración de CO₂ en los niveles especificados en la ► **M5** punto ◀ 4.2.5.8 de la presente ETI.
- 2) En la posición de conducción sentado ► **M5** (definida en el punto 4.2.9.1.3) ◀ al nivel de la cabeza y los hombros del maquinista, no habrá flujos de aire provocados por el sistema de ventilación que tengan una velocidad superior al valor límite reconocido, a fin de asegurar un entorno de trabajo adecuado.

4.2.9.1.8 Iluminación interior

- 1) La iluminación general de la cabina se activará por orden del maquinista en todos los modos de funcionamiento normales del material rodante (incluido el modo «desconectado»). Su luminosidad será superior a 75 lux al nivel del pupitre de conducción, salvo para el material rodante auxiliar, en cuyo caso será superior a 60 lux.
- 2) Se dispondrá de iluminación independiente para la zona de lectura del pupitre de conducción, la cual se activará por orden del maquinista y será ajustable hasta un valor superior a 150 lux.
- 3) Se dispondrá asimismo de iluminación independiente para los instrumentos, la cual será ajustable.

▼ B

- 4) A fin de evitar cualquier confusión peligrosa con la señalización de servicio externa, no están permitidas en la cabina de conducción luces verdes o iluminación verde, excepto para los sistemas de señalización de la cabina de clase B existentes (definidos en la ETI de Control, Mando y Señalización).

▼ M5

4.2.9.2. Parabrisas

4.2.9.2.1. Características mecánicas

- 1) Las dimensiones, la ubicación, la forma y los acabados (incluidos los que tengan fines de mantenimiento) de las ventanas no obstaculizarán la vista exterior del maquinista (definida en el punto 4.2.9.1.3.1) y facilitarán la tarea de conducción.
- 2) Los parabrisas de la cabina de conducción deberán poder resistir los impactos de proyectiles y la fragmentación tal como se indica en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [28].

4.2.9.2.2. Características ópticas

- 1) Los parabrisas de la cabina de conducción serán de una calidad óptica que no altere la visibilidad de las señales (forma y color) en ninguna condición de funcionamiento (por ejemplo, cuando el parabrisas se caliente para eliminar el vaho y el hielo).
- 2) El parabrisas cumplirá los requisitos especificados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [28], con respecto a las siguientes características:
 - a) el ángulo entre las imágenes primarias y secundarias con el parabrisas instalado;
 - b) las distorsiones ópticas de la visión admisibles;
 - c) la difusión;
 - d) la transmitancia de luz;
 - e) la cromaticidad.

▼ B

4.2.9.3. Interfaz hombre-máquina

4.2.9.3.1. Función de control de la actividad del maquinista

- 1) La cabina de conducción estará equipada con un medio de control de la actividad del maquinista, de manera que el tren se detenga automáticamente cuando se detecte ausencia de actividad del maquinista. Ello proporciona a la empresa ferroviaria un medio técnico embarcado para cumplir el requisito que establece la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.9 de la ETI de Explotación.

▼ B**2) Especificación de los medios de control de la actividad del maquinista (y de detección de la ausencia de actividad)**

La actividad del maquinista se controlará cuando el tren esté en configuración de conducción y se encuentre en movimiento (el criterio para la detección de movimiento se sitúa en un umbral de velocidad baja); este control se hará supervisando la actividad del maquinista en interfaces de conducción reconocidas, mediante dispositivos específicos (por ejemplo, pedales, pulsadores, botones sensibles, etc.) y/o mediante interfaces reconocidas del maquinista con el sistema de control y supervisión del tren.

Cuando no se constate actividad en ninguna de dichas interfaces durante un intervalo de tiempo superior a X segundos, se disparará una señal de ausencia de actividad del maquinista.

El sistema permitirá el ajuste (en el taller, como actividad de mantenimiento) del tiempo X dentro de un margen de entre 5 segundos y 60 segundos.

Cuando se detecte la misma actividad realizada de forma constante durante más de un determinado tiempo, no superior a 60 segundos, sin que exista otra actividad en una interfaz reconocida del maquinista, se disparará también una señal de falta de actividad del maquinista.

Antes de que se dispare la señal de falta de actividad del maquinista, se enviará un aviso al maquinista de manera que tenga la posibilidad de reaccionar y devolver el sistema a su estado normal.

El sistema tendrá la información «alarma por falta de actividad del maquinista» disponible para otros sistemas (por ejemplo, el sistema de radio).

3) Requisito adicional

La detección de falta de actividad del maquinista es una función que deberá someterse a un estudio de fiabilidad en el que se consideren el modo de fallo de los componentes, redundancias, software, comprobaciones periódicas y otras disposiciones, y la estimación del índice de fallo de la función (falta de actividad del maquinista no detectada, según lo especificado anteriormente) se hará constar en la documentación técnica definida en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.

▼B4) **Especificación de las actuaciones que se disparan al nivel del tren cuando se detecta una falta de actividad del maquinista**

Una falta de actividad del maquinista, cuando el tren esté en configuración de conducción y se encuentre en movimiento (el criterio para la detección de movimiento se sitúa en un umbral de velocidad baja), dará lugar a una aplicación completa del freno de servicio o a una aplicación del freno de emergencia del tren.

En caso de aplicación completa del freno de servicio, su aplicación efectiva será controlada automáticamente y, en caso de no aplicación, irá seguida de un frenado de emergencia.

5) **Notas:**

— Está permitido que la función descrita en esta ►**M5** punto ◀ sea desempeñada por el subsistema de control-mando y señalización.

— El valor del intervalo de tiempo X debe definirlo y justificarlo la empresa ferroviaria (en aplicación de la ETI de Explotación y el Reglamento de los Métodos Comunes de Seguridad, y en consideración de sus procedimientos técnicos o medios de cumplimiento vigentes; este aspecto queda fuera del ámbito de aplicación de la presente ETI).

— Como medida transitoria, también está permitido instalar un sistema de tiempo fijo X (sin ajuste posible) siempre que el tiempo X se sitúe dentro del margen de entre 5 segundos y 60 segundos y que la empresa ferroviaria pueda justificar ese tiempo fijo (según lo descrito anteriormente).

— Un Estado miembro podrá imponer a las empresas ferroviarias, que operen en su territorio, que ajusten su material rodante con un límite máximo para el tiempo X, siempre que pueda demostrar la necesidad de esa disposición para preservar el nivel de seguridad nacional. En todos los demás casos, los Estados miembros no podrán impedir el acceso de una empresa ferroviaria que utilice un tiempo mayor Z (dentro del margen especificado).

4.2.9.3.2. **Indicación de la velocidad**

- 1) Esta función y la correspondiente evaluación de la conformidad se especifican en la ETI de Control, Mando y Señalización.

4.2.9.3.3 **Pantallas y consolas del maquinista**

- 1) Los requisitos funcionales sobre la información y las órdenes que se reciben en la cabina de conducción se especifican, junto con otros requisitos aplicables a la función en cuestión, en la ►**M5** punto ◀ que describe esa función. Esto mismo se aplica a la información y las órdenes que puedan recibirse mediante consolas y pantallas.

▼ B

Las órdenes y la información del sistema ERTMS, incluidas las recibidas en una consola, se especifican en la ETI de Control, Mando y Señalización.

- 2) Para las funciones dentro del ámbito de aplicación de la presente ETI, la información y las órdenes que debe usar el maquinista para controlar y dirigir el tren, y que se dan mediante consolas o pantallas, estarán diseñadas de manera que permitan un uso y una reacción adecuados por parte del maquinista.

4.2.9.3.4. Controles e indicadores

- 1) Los requisitos funcionales, junto con otros requisitos aplicables a una determinada función, se especifican en la ► **M5** punto ◀ que describe esa función.
- 2) Todas las luces indicadoras estarán diseñadas de manera que puedan leerse correctamente en condiciones de iluminación natural o artificial, incluida la iluminación indirecta.
- 3) Los posibles reflejos de los indicadores y los pulsadores iluminados en las ventanas de la cabina de conducción no interferirán con la línea de visión del maquinista en su posición normal de trabajo.
- 4) A fin de evitar cualquier confusión peligrosa con la señalización de servicio externa, no están permitidas en la cabina de conducción luces verdes o iluminación verde excepto para los sistemas de señalización de la cabina de clase B existentes (con arreglo a la ETI de Control, Mando y Señalización).
- 5) La información acústica generada por los equipos embarcados dentro de la cabina de conducción no será inferior a 6 dB(A) por encima del nivel de ruido en la cabina (este nivel de ruido de referencia se tomará como medido en las condiciones especificadas en la ETI de Ruido).

4.2.9.3.5. Marcado interior

- 1) En las cabinas de conducción se indicará la siguiente información:
 - velocidad máxima (V_{max}),
 - número de identificación del material rodante (número del vehículo de tracción),
 - ubicación de equipos portátiles (por ejemplo, dispositivo de auto-rescate, señales, etc.),
 - salida de emergencia.
- 2) Se utilizarán pictogramas armonizados para marcar los mandos e indicadores de la cabina.

▼ M5

4.2.9.3.6. Función de control remoto por radio por parte del personal para maniobras

- 1) Si existe una función de control remoto por radio para que un miembro del personal controle la unidad durante las maniobras, esta función estará diseñada de manera que permita controlar el movimiento del tren con seguridad y evitar errores cuando se utilice.

▼ M5

- 2) Se asume que el miembro del personal que utilice la función de control remoto puede detectar visualmente el movimiento del tren mientras usa el dispositivo de control remoto.
- 3) El diseño de la función de control remoto, incluidos los aspectos de seguridad, se evaluarán de acuerdo a normas reconocidas.
- 4) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Maniobras en remoto» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

4.2.9.3.7. Procesamiento de las señales de detección y de prevención del descarrilamiento

- 1) Este punto es aplicable a las locomotoras destinadas a procesar las señales emitidas por los vagones de mercancías, si disponen de una función de prevención del descarrilamiento (DPF) o de una función de detección del descarrilamiento (DDF), definidas en el punto 4.2.3.5.3 de la ETI de vagones.
- 2) Estas locomotoras estarán equipadas con medios para recibir una señal procedente de los vagones de mercancías que formen el tren y que estén equipados con una DPF y una DDF que informen de lo siguiente:
 - un precursor de un descarrilamiento, en el caso de la DPF de conformidad con el punto 4.2.3.5.3.2 de la ETI de vagones y
 - un descarrilamiento, en el caso de la DDF de conformidad con el punto 4.2.3.5.3.3 de la ETI de vagones.
- 3) Cuando se reciba la señal arriba indicada, se activarán tanto alarmas visuales como acústicas en la cabina de conducción para indicar que el tren:
 - está en riesgo de descarrilamiento, en caso de que la alarma sea enviada por una DPF o
 - acaba de descarrilar, en caso de que la alarma se envíe desde una DDF.
- 4) Un dispositivo situado en la cabina de conducción permitirá el reconocimiento de la alarma arriba indicada.
- 5) Si desde la cabina de conducción no se reconoce la alarma en 10 ± 1 segundos, se accionará automáticamente una aplicación completa del freno de servicio o una aplicación del freno de emergencia.
- 6) Deberá ser posible anular la aplicación automática del freno establecida en el punto 4.2.9.3.7, punto 5, desde la cabina de conducción.
- 7) Deberá ser posible desactivar la aplicación automática del freno establecida en el punto 4.2.9.3.7, punto 5, desde la cabina de conducción.
- 8) La presencia de la función de procesamiento de la señal de detección del descarrilamiento en la locomotora, así como las condiciones de uso a nivel de tren, se registrarán en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.

▼ M5

4.2.9.3.7a. Función de detección y de prevención del descarrilamiento a bordo

- 1) Este punto es aplicable a las locomotoras destinadas a detectar descarrilamientos o precursores de descarrilamientos en vagones de mercancías remolcados por la locomotora.
- 2) Los equipos encargados de realizar esta función estarán situados íntegramente a bordo de la locomotora.
- 3) Cuando se detecte un descarrilamiento o un precursor de descarrilamiento, se activarán alarmas tanto visuales como acústicas en la cabina de conducción.
- 4) Un dispositivo situado en la cabina de conducción permitirá el reconocimiento de la alarma arriba indicada.
- 5) Si desde la cabina de conducción no se reconoce la alarma en 10 ± 1 segundos, se accionará automáticamente una aplicación completa del freno de servicio o una aplicación del freno de emergencia.
- 6) Deberá ser posible anular la aplicación automática del freno establecida en el punto 4.2.9.3.7a, punto 5, desde la cabina de conducción.
- 7) Deberá ser posible desactivar la aplicación automática del freno establecida en el punto 4.2.9.3.7a, punto 5, desde la cabina de conducción.
- 8) La presencia de la función de detección del descarrilamiento a bordo en la locomotora, así como las condiciones de uso a nivel de tren, se registrarán en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.

4.2.9.3.8. Requisitos para la gestión de los modos del ETCS

4.2.9.3.8.1. Modo durmiente

- 1) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Durmiente» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

4.2.9.3.8.2. Maniobras pasivas

- 1) Los requisitos aplicables a la locomotora y a la rama del tren en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Maniobras pasivas» se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

4.2.9.3.8.3. Sin mando

- 1) Los requisitos aplicables a la locomotora y a la rama del tren en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Sin mando» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

4.2.9.3.9. Estado de la tracción

- 1) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Estado de la tracción» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].

▼ **M5**

- 4.2.9.4. Dotación y equipos portátiles
- 1) Se dispondrá de un espacio en la cabina de conducción o cerca de esta para guardar el equipo indicado a continuación, por si el maquinista lo necesitase en una situación de emergencia:
 - linterna con luz blanca y roja,
 - equipo de shuntado para circuitos de vía,
 - calces, si las prestaciones del freno de estacionamiento no son suficientes según el gradiente de la vía (véase el punto 4.2.4.5.5),
 - un extintor de incendios (que estará ubicado en la cabina; véase también el punto 4.2.10.3.1),
 - en las unidades de tracción con personal a bordo de los trenes de mercancías: un dispositivo de auto-rescate, según se especifica en el punto 4.7.1 del Reglamento (UE) n.º 1303/2014 de la Comisión ⁽¹⁾ («ETI de seguridad en los túneles»).
- 4.2.9.5. Almacenamiento de efectos personales de los trabajadores
- 1) Cada cabina de conducción irá equipada con:
 - dos ganchos para ropa o un hueco con un colgador de ropa,
 - un espacio libre para guardar una maleta o bolsa cuyas dimensiones sean 300 mm × 400 mm × 400 mm.
- 4.2.9.6. Registrador
- 1) La lista de información que debe registrarse se define en el punto 4.2.3.5 de la ETI OPE.
 - 2) La unidad estará equipada con un medio que permita registrar esta información, de forma que se cumplan los requisitos siguientes, que se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [29]:
 - a) Deberán cumplirse los requisitos funcionales.
 - b) Las prestaciones de registro serán conformes a la clase R1.
 - c) Se velará por la integridad (coherencia, precisión) de los datos registrados y extraídos.
 - d) Se protegerá la integridad de los datos.
 - e) El nivel de protección aplicable al medio de almacenamiento protegido será el nivel «A».
 - f) La hora del día y la fecha.
 - 3) Los ensayos de los requisitos de la ► **M5** punto ◀ 4.2.9.6, punto 2, se efectuarán de conformidad con los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [72].

⁽¹⁾ Reglamento (UE) n.º 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la «seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario de la Unión Europea (DO L 356 de 12.12.2014, p. 394).

▼ B

4.2.10. *Seguridad contra incendios y evacuación*

4.2.10.1. Aspectos generales y categorización

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ se aplica a todas las unidades.
- 2) El material rodante estará diseñado de tal manera que proteja a los viajeros y al personal de a bordo en caso de peligro de incendio a bordo y que permita una evacuación y un rescate efectivos en casos de emergencia. Se considerará que se respeta esta exigencia cuando se cumplan los requisitos de la presente ETI.
- 3) La categoría de la unidad en cuanto a la seguridad contra incendios considerada para su diseño, conforme a la ► **M5** punto ◀ 4.1.4 de la presente ETI, se consignará en la documentación técnica descrita en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12 de esta ETI.

4.2.10.2. Medidas de prevención de incendios

▼ M5

4.2.10.2.1. Requisitos de los materiales

- 1) En la selección de los materiales y componentes se tendrá en cuenta su comportamiento al fuego, considerándose aspectos tales como la inflamabilidad, la opacidad del humo y la toxicidad.
- 2) Los materiales empleados en la construcción de la unidad de material rodante se ajustarán a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [30], para la «categoría de explotación» definida a continuación:
 - «categoría de explotación 2» para la categoría A de material rodante de viajeros (incluyendo locomotoras de viajeros),
 - «categoría de explotación 3» para la categoría B de material rodante de viajeros (incluyendo locomotoras de viajeros),
 - «categoría de explotación 2» para las locomotoras de trenes de mercancías y las unidades autopropulsadas destinadas a transportar otro tipo de carga útil (correo, mercancías, etc.),
 - «categoría de explotación 1» para el material rodante auxiliar, con requisitos limitados a áreas que sean accesibles para el personal, cuando la unidad se encuentre en configuración de circulación de transporte (véase el punto 2.3).

▼ M5

- 3) Con objeto de asegurar unas características de producto y un proceso de fabricación constantes, se requiere lo siguiente:
 - los informes de ensayo que demuestren que un material cumple la norma, que se emitirán inmediatamente después de someter a ensayo dicho material, deberán renovarse cada cinco años,
 - en caso de que no se produzcan cambios en las características de producto ni en el proceso de fabricación, y de que no varíen los requisitos correspondientes (ETI), no se requiere someter este material a nuevos ensayos; se aceptarán informes de ensayo caducados siempre que vayan acompañados de una declaración del fabricante del equipo original, emitida en el momento de la puesta en el mercado del producto, que indique que no se ha producido ningún cambio en las características del producto ni en el proceso de fabricación, incluida toda la cadena de suministro, desde que se sometieron a ensayo las propiedades de comportamiento al fuego del producto. Dicha declaración se emitirá a más tardar seis meses después de que haya caducado el informe de ensayo inicial, y deberá renovarse cada cinco años.

▼ B

4.2.10.2.2 Medidas específicas para líquidos inflamables

- 1) Los vehículos ferroviarios deberán disponer de medidas adecuadas para evitar el inicio y la propagación de un incendio debido a una fuga de líquidos o gases inflamables.
- 2) Los líquidos inflamables que se utilicen como agente refrigerante en el equipo de alta tensión de las locomotoras de trenes de mercancías se ajustará al requisito R14 de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [30] ◀.

4.2.10.2.3 Detección de cajas de grasa calientes

Los requisitos se especifican en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.3.2 de la presente ETI.

4.2.10.3. Medidas de detección y control de incendios

4.2.10.3.1 Extintores portátiles

- 1) Esta ► **M5** punto ◀ es aplicable a las unidades diseñadas para transportar viajeros o personal, o ambos.
- 2) La unidad irá equipada con extintores portátiles adecuados y suficientes en las zonas de viajeros o en las de personal, o en ambas zonas.
- 3) Los extintores portátiles de agua con aditivos se estiman adecuados para que el material rodante los lleve embarcados.

4.2.10.3.2 Sistemas de detección de incendios

- 1) El equipo y las zonas del material rodante que supongan intrínsecamente un riesgo de incendio se equiparán con un sistema capaz de detectar el fuego en sus inicios.
- 2) Cuando se detecte un incendio, se notificará al maquinista y se activarán acciones automáticas dirigidas a reducir al mínimo el consiguiente riesgo para los viajeros y el personal del tren.
- 3) En los compartimentos dormitorio, la detección de un incendio activará una alarma acústica y óptica local en el área afectada. La señal acústica deberá ser suficiente para despertar a los viajeros. La señal óptica deberá ser claramente visible y no habrá obstáculos que impidan su visión.

▼B

4.2.10.3.3 Sistema automático de lucha contra incendios para las unidades diésel de trenes de mercancías

- 1) La presente ►**M5** punto ◀ es aplicable a las locomotoras diésel de trenes de mercancías y a las unidades diésel autopropulsadas destinadas a transportar mercancías.
- 2) Estas unidades estarán dotadas de un sistema automático capaz de detectar un incendio del combustible diésel y de apagar todo el equipo pertinente y cortar íntegramente el suministro de combustible.

4.2.10.3.4 Sistemas de contención y control de incendios para el material rodante de viajeros

- 1) Esta ►**M5** punto ◀ es aplicable a las unidades de categoría B de material rodante de viajeros.
- 2) La unidad estará dotada de medidas adecuadas para controlar la propagación del calor y de los efluentes del fuego en todo el tren.
- 3) Se considerará que se cumple esta condición cuando se verifique la conformidad con los siguientes requisitos:
 - la unidad irá equipada con tabiques de sección transversal completa en las áreas de viajeros y personal de cada vehículo, con una separación máxima de 30 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), o con otros sistemas de contención y control de incendios,
 - la unidad irá equipada con barreras contra incendios que cumplirán los requisitos de integridad y aislamiento térmico durante un mínimo de 15 minutos en las siguientes ubicaciones (cuando estas sean relevantes para la unidad en cuestión):
 - entre la cabina del maquinista y el compartimento situado tras ella (suponiendo que el fuego comience en dicho compartimento),
 - entre el motor de combustión y las zonas 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 o ambos y las zonas de viajeros o personal (suponiendo que el incendio se inicie en la línea de alimentación eléctrica o en los equipos del circuito de tracción),
 - el ensayo deberá efectuarse conforme a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [31] ◀.

▼ B

- 4) Si se utilizan otros sistemas de contención y control de incendios en lugar de tabiques de sección transversal completa en las zonas de viajeros o personal, se aplicarán los requisitos siguientes:

- estarán instalados en cada vehículo de la unidad que transporte viajeros, personal, o ambos,
- deberán asegurar que el fuego y el humo no se propaguen en concentraciones peligrosas a lo largo de una longitud superior a 30 m en las zonas de viajeros o de personal dentro de la unidad, durante al menos 15 minutos después de iniciarse un incendio;

la evaluación de este parámetro es un punto abierto.

▼ M5

- 5) Si se utilizan otros sistemas de contención y control de incendios y estos se basan en la fiabilidad y en la disponibilidad de sistemas, componentes o funciones, deberán someterse a un estudio de fiabilidad en el que se considere el modo de fallo de los componentes, redundancias, software, comprobaciones periódicas y otras disposiciones, y la estimación del índice de fallo de la función (ausencia de control de la propagación del calor y los efluentes del fuego) se hará constar en la documentación técnica definida en el punto 4.2.12.

Sobre la base de este estudio, las condiciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema de contención y control de incendios se definirán y se harán constar en la documentación sobre la explotación y el mantenimiento descrita en los puntos 4.2.12.3 y 4.2.12.4.

▼ B

4.2.10.3.5 Medidas contra la propagación de incendios para las locomotoras de trenes de mercancías y las unidades autopropulsadas destinadas a transportar mercancías

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ es aplicable a las locomotoras de trenes de mercancías y a las unidades autopropulsadas destinadas a transportar mercancías.
- 2) Estas unidades tendrán una barrera contra incendios para proteger la cabina del maquinista.
- 3) Estas barreras contra incendios cumplirán los requisitos de integridad y aislamiento térmico durante un mínimo de 15 minutos; deberán someterse a ensayo conforme a los requisitos de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [31] ◀.

4.2.10.4. Requisitos aplicables a situaciones de emergencia

4.2.10.4.1. Iluminación de emergencia

- 1) Para proporcionar protección y seguridad a bordo en caso de emergencia, los trenes irán equipados con un sistema de iluminación de emergencia. Este sistema proporcionará un nivel de iluminación adecuado en las zonas de viajeros y en las de servicio, tal como se describe a continuación:
- 2) para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h, durante un tiempo mínimo de funcionamiento de tres horas después del corte de la alimentación eléctrica principal;
- 3) para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea inferior a 250 km/h, durante un tiempo mínimo de funcionamiento de 90 minutos después del corte de la alimentación eléctrica principal.

▼B

- 4) Nivel de iluminación mínimo de 5 lux a nivel del suelo.
- 5) Los valores del nivel de iluminación para zonas concretas y los métodos de evaluación de la conformidad se ajustarán a los indicados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [32] ◀.
- 6) En caso de incendio, el sistema de iluminación 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. Se considerará que se cumple este requisito si se realiza un análisis satisfactorio del modo de fallo.

4.2.10.4.2 Control de humos

- 1) Esta ►**M5** punto ◀ es aplicable a todas las unidades. En caso de incendio, se reducirá al mínimo la distribución de gases en las zonas ocupadas por los viajeros o el personal o ambos, mediante la aplicación de los requisitos siguientes:
- 2) Para evitar que el humo del exterior entre en la unidad, será posible apagar o cerrar todos los medios de ventilación externa.

Este requisito se verifica en el subsistema de material rodante a nivel de unidad.
- 3) Para evitar que el humo que pudiera haber en el interior de un vehículo se propague, será posible apagar la ventilación y la recirculación a nivel del vehículo, lo que podrá conseguirse apagando la ventilación.
- 4) Es permisible que estas acciones sean activadas de forma manual por el personal a bordo o mediante un dispositivo de control a distancia; está permitido que la activación sea a nivel del tren o a nivel del vehículo.

▼M5

- 5) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Zona de estanqueidad al aire. Órdenes de tierra» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de cierre de todos los medios de ventilación exterior pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.
- 6) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Estanqueidad al aire. Órdenes del STM» cuando se instale el ETCS se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]. Las órdenes posteriores de cierre de todos los medios de ventilación exterior pueden ser automáticas o manuales mediante la intervención del maquinista. La configuración del material rodante en modo de órdenes automáticas o manuales se registrará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2.

▼B

4.2.10.4.3 Alarma de viajeros y medios de comunicación

Los requisitos se especifican en las ►**M5** puntos ◀ 4.2.5.2, 4.2.5.3 y 4.2.5.4 de la presente ETI.

4.2.10.4.4 Capacidad de circulación

- 1) Esta ►**M5** punto ◀ es aplicable a la categoría A y la categoría B de material rodante de viajeros (incluidas las locomotoras de trenes de viajeros).

▼ B

- 2) La unidad estará diseñada de modo que, en caso de incendio a bordo, la capacidad de circulación del tren permitirá que este circule hasta un punto adecuado para la extinción de incendios.
- 3) El cumplimiento se demostrará mediante la aplicación de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [33] ◀, en la cual las funciones del sistema afectadas por un incendio de «tipo 2» serán:
 - frenado para el material rodante de categoría A de seguridad contra incendios: esta función se evaluará durante un intervalo de 4 minutos,
 - frenado y tracción para el material rodante de categoría B de seguridad contra incendios: estas funciones se evaluarán durante un intervalo de 15 minutos a una velocidad mínima de 80 km/h.

4.2.10.5. Requisitos relativos a la evacuación

4.2.10.5.1. Salidas de emergencia para viajeros

- 1) Esta sección es aplicable a las unidades diseñadas para transportar viajeros.

Definiciones y aclaraciones

- 2) Salida de emergencia: salida propia del tren que permite a las personas que se encuentran en su interior salir del tren en caso de emergencia. Una puerta exterior de viajeros es un tipo específico de salida de emergencia.
- 3) Ruta de evacuación: ruta que recorre el tren en la que se puede entrar y salir desde diferentes extremos y que permite el movimiento de los viajeros y del personal a lo largo del eje longitudinal del tren sin obstrucciones. Se considera que las puertas interiores, que estén destinadas a ser utilizadas por los viajeros en condiciones normales de servicio y que también puedan abrirse en caso de corte de la alimentación, no obstruyen el movimiento de los viajeros ni del personal a lo largo de dicha ruta.
- 4) Zona de viajeros: zona a la que tienen acceso los viajeros sin necesidad de autorización particular.
- 5) Compartimento: zona de viajeros o zona de personal que no puede ser utilizada como ruta de evacuación ni por los viajeros ni por el personal.

Requisitos

- 6) Existirá un número suficiente de puertas de emergencia a lo largo de la(s) ruta(s) de evacuación a ambos lados de la unidad y estarán indicadas. Serán accesibles y de unas dimensiones suficientes como para permitir la liberación de personas.
- 7) Los viajeros deberán poder abrir las salidas de emergencia desde el interior del tren.

▼ M5

- 8) Todas las puertas exteriores de viajeros estarán equipadas con dispositivos de apertura de emergencia que permitirán que las puertas se usen como salidas de emergencia (véase el punto 4.2.5.5.9).

▼ B

- 9) Cada vehículo diseñado para contener hasta 40 viajeros tendrá al menos dos salidas de emergencia.
- 10) Cada vehículo diseñado para contener más de 40 viajeros tendrá al menos tres salidas de emergencia.
- 11) Todo vehículo destinado a transportar viajeros tendrá al menos una salida de emergencia a cada lado del vehículo.

▼ M5

- 12) El número de puertas y sus dimensiones permitirán la evacuación completa en tres minutos de todos los viajeros sin sus equipajes. Está permitido considerar que los viajeros con movilidad reducida deban ser asistidos por otros viajeros o por el personal y que los usuarios de sillas de ruedas sean evacuados sin la silla.

La verificación de este requisito se hará por medio de una prueba física en condiciones normales de servicio o bien por medio de una simulación numérica.

En caso de que el requisito se verifique por medio de una simulación numérica, el informe de simulación incluirá:

- un resumen de la verificación y la validación de la simulación (herramienta y modelos);
- las hipótesis y los parámetros utilizados para la simulación;
- los resultados de un número adecuado de ciclos de simulación que permitan obtener una declaración estadísticamente sólida.

▼ B

4.2.10.5.2 Salidas de emergencia de la cabina de conducción

Los requisitos se especifican en la ► **M5** punto ◀ 4.2.9.1.2.2 de la presente ETI.

4.2.11. *Mantenimiento diario*

4.2.11.1. Aspectos generales

- 1) Deberá ser posible efectuar el mantenimiento diario y las reparaciones menores que se requieran para garantizar la seguridad del servicio entre intervenciones de mantenimiento mientras el tren se encuentre estacionado fuera de su base de origen habitual.
- 2) Este apartado reúne los requisitos sobre las disposiciones relativas al mantenimiento diario de los trenes durante su explotación o cuando estén estacionados en una red. La mayor parte de estos requisitos tienen por objeto asegurar que el material rodante tendrá los equipos necesarios para cumplir las disposiciones requeridas en las demás secciones de la presente ETI y de la ETI de Infraestructura.
- 3) Los trenes deberán ser capaces de permanecer estacionados, sin personal a bordo, conectados al suministro eléctrico de la catenaria o a un suministro eléctrico auxiliar, para alimentar la iluminación interior, el aire acondicionado, los armarios refrigerados, etc.

4.2.11.2. Limpieza exterior del tren

4.2.11.2.1 Limpieza del parabrisas de la cabina de conducción

- 1) La presente ► **M5** punto ◀ es aplicable a todas las unidades equipadas con una cabina de conducción.
- 2) Las ventanas frontales de las cabinas de conducción deberán poder limpiarse desde el exterior del tren sin necesidad de retirar ningún componente o recubrimiento.

▼B

- 4.2.11.2.2 Limpieza exterior en una estación de lavado
- 1) La presente **►M5** punto **◄** es aplicable a las unidades equipadas con equipo de tracción destinadas a ser limpiadas externamente en una estación de lavado.
 - 2) Deberá ser posible controlar la velocidad de los trenes destinados a ser limpiados externamente en una estación de lavado en vía nivelada, fijándola a un valor entre 2 km/h y 5 km/h. La finalidad de este requisito es asegurar la compatibilidad con las estaciones de lavado.

▼M5

- 4.2.11.3. Conexión al sistema de descarga de aseos
- 1) El presente punto es aplicable a las unidades equipadas con sistemas estancos de retención (con agua limpia o reciclada) que deban vaciarse a intervalos suficientes de forma programada en los complejos ferroviarios designados.
 - 2) Las siguientes conexiones de la unidad al sistema de descarga de aseos se ajustarán a las especificaciones indicadas a continuación:
 - i) la boquilla de evacuación de 3 pulgadas (pieza interna): véase el apéndice G, figura G-1;
 - ii) el racor de descarga para la cisterna del retrete (pieza interna), de uso opcional: véase el apéndice G, figura G-2.
- 4.2.11.4. No se utiliza
- 4.2.11.5. Interfaz para la recarga de agua
- 1) El presente punto es aplicable a las unidades equipadas con un depósito de agua que suministra agua a los sistemas sanitarios contemplados en el punto 4.2.5.1.
 - 2) La conexión de entrada de los depósitos de agua se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [34].
- 4.2.11.6. Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes
- 1) El presente punto es aplicable a las unidades destinadas a recibir alimentación mientras se encuentran estacionadas.
 - 2) La unidad será compatible con al menos uno de los siguientes sistemas de alimentación eléctrica externos y estará equipada (cuando sea pertinente) con la interfaz correspondiente para la conexión eléctrica a esa fuente de alimentación externa (conector):
 - línea de contacto para el suministro de energía (véase el punto 4.2.8.2 «Alimentación eléctrica»),
 - línea de suministro de energía monopolar (CA 1 kV, CA/CC 1,5 kV, CC 3 kV), de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [52],
 - suministro de energía auxiliar, externo y local de 400 V que puede conectarse a un tipo de enchufe «3F+tierra» conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [35].

▼B

- 4.2.11.7. Equipo de repostaje
- 1) Esta ►**M5** punto ◀ es aplicable a las unidades equipadas con un sistema de abastecimiento de combustible.
 - 2) Los trenes que utilicen combustible diésel conforme al anexo II de la Directiva 2009/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾ irán equipados con acoplamientos para el abastecimiento de combustible. Estos serán circulares, de un diámetro mínimo de 70 mm y estarán situados a ambos lados del vehículo y a una altura máxima de 1 500 mm sobre el carril.
 - 3) Los trenes que utilicen otro tipo de combustible diésel irán equipados con un depósito de combustible y un mecanismo de apertura a prueba de manipulaciones inexpertas para evitar que el tren se llene accidentalmente con un combustible incorrecto.
 - 4) El tipo de acoplamiento para el abastecimiento de combustible se consignará en la documentación técnica.

4.2.11.8. Limpieza interior del tren — alimentación eléctrica

- 1) Para las unidades cuya velocidad máxima sea superior o igual a 250 km/h, se dispondrá de una conexión a una fuente de alimentación eléctrica de 3 000 VA a 230 V y 50 Hz en el interior de la unidad; estas conexiones se colocarán de modo que ninguna parte de la unidad que deba limpiarse se encuentre a más de 12 metros de uno de los enchufes.

4.2.12. Documentación para la explotación y el mantenimiento

- 1) Los requisitos especificados en esta ►**M5** punto ◀ 4.2.12 se aplican a todas las unidades.

4.2.12.1. Aspectos generales

- 1) Esta ►**M5** punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI describe la documentación solicitada en la ►**M3** ►**M5** punto ◀ 2.4(a) del anexo IV de la Directiva (UE) 2016/797 ◀ (►**M5** punto ◀ titulada «Expediente técnico»): «características técnicas relacionadas con el diseño, incluidos planos generales y de detalle acordes con la ejecución, esquemas eléctricos e hidráulicos, esquemas de los circuitos de mando-control, descripción de los sistemas informáticos y de los automatismos, documentación sobre el funcionamiento y el mantenimiento, etc., pertinentes para el subsistema en cuestión».

▼M3

- 2) Esta documentación, que formará parte del expediente técnico, será reunida por el solicitante y tendrá que acompañar a la declaración CE de verificación. Será conservada por el solicitante durante toda la vida útil del subsistema.

⁽¹⁾ Directiva 2009/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 98/70/CE en relación con las especificaciones de la gasolina, el diésel y el gasóleo, se introduce un mecanismo para controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se modifica la Directiva 1999/32/CE del Consejo en relación con las especificaciones del combustible utilizado por los buques de navegación interior y se deroga la Directiva 93/12/CE (DO L 140 de 5.6.2009, p. 88).

▼ M3

- 3) El solicitante o cualquier entidad autorizada por el solicitante (por ejemplo, un poseedor) facilitará la parte de esta documentación requerida para gestionar la documentación de mantenimiento, tal como se define en el artículo 14, apartado 3, letra b), de la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾, a la entidad encargada del mantenimiento tan pronto como se le asigne el mantenimiento de la unidad.
- 4) La documentación también incluye una lista de componentes críticos para la seguridad. Los componentes críticos para la seguridad son componentes para los que un único fallo tiene un riesgo potencial verosímil de provocar directamente un accidente grave, tal como se define en el artículo 3, punto 12), de la Directiva (UE) 2016/798.
- 5) El contenido de la documentación se describe en las **► M5** puntos ◀ siguientes.

▼ M5

4.2.12.2. Documentación general

Se aportará la siguiente documentación para describir el material rodante; se indica el punto de la presente ETI en el que se requiere la documentación:

- 1) Planos generales.
- 2) Esquemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos, esquemas de los circuitos de mando necesarios para explicar la función y el funcionamiento de los sistemas correspondientes.
- 3) Descripción de los sistemas informáticos embarcados, que incluya una descripción de su funcionalidad, la especificación de interfaces y el tratamiento de datos y los protocolos.
- 3a) Para unidades designadas y evaluadas para explotación general, se incluirá una descripción de las interfaces eléctricas entre unidades y de los protocolos de comunicación, con la referencia a las normas o los otros documentos normativos que se hayan aplicado.
- 4) Perfil de referencia y conformidad con los perfiles de referencia interoperables G1, GA, GB, GC o DE3, según lo establecido en el punto 4.2.3.1.
- 5) Balance de masas con hipótesis sobre las condiciones de carga consideradas, según lo establecido en el punto 4.2.2.10.
- 6) Carga por eje, distancia entre ejes y toda categoría de línea EN, según lo establecido en el punto 4.2.3.2.1.
- 7) Informe de ensayo acerca del comportamiento dinámico en circulación, incluido el registro del ensayo de calidad de la vía de ensayo y los parámetros de esfuerzo sobre la vía, incluidas las posibles limitaciones de uso si los ensayos del vehículo cubren solamente una parte de las condiciones de ensayo, según lo establecido en el punto 4.2.3.4.2.

⁽¹⁾ Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre la seguridad ferroviaria (DO L 138 de 26.5.2016, p. 102).

▼ **M5**

- 8) Las hipótesis asumidas para evaluar las cargas debidas a la circulación del bogie, según lo establecido en el punto 4.2.3.5.1 y en el punto 6.2.3.7 para los ejes montados.
- 9) Las prestaciones de frenado, incluido el análisis del modo de fallo (modo degradado), según lo establecido en el punto 4.2.4.5.
- 9a) La distancia máxima entre el freno de Foucault y la vía correspondiente al «freno liberado», el umbral de velocidad fijo, la fuerza vertical y la fuerza de frenado como función de la velocidad del tren, para casos de aplicación completa del freno de Foucault (frenado de emergencia) y aplicación limitada del freno de Foucault (frenado de servicio), según lo exigido en el punto 4.2.4.8.3.
- 10) Existencia y tipo de retretes en una unidad; características del medio de limpieza de las cisternas, si no es agua limpia; la naturaleza del sistema de tratamiento del agua vertida y las normas según las cuales se ha evaluado la conformidad, según lo establecido en el punto 4.2.5.1.
- 11) Disposiciones adoptadas en relación con el intervalo de parámetros medioambientales seleccionado si es diferente del nominal, según lo establecido en el punto 4.2.6.1.
- 12) Curva eólica característica (CEC), según lo establecido en el punto 4.2.6.2.4.
- 13) Prestaciones de tracción, según lo establecido en el punto 4.2.8.1.1.
- 14) Instalación de un sistema embarcado de medición de energía y de su función de localización a bordo (opcional), según lo establecido en el punto 4.2.8.2.8. Descripción de la comunicación entre el sistema embarcado y el sistema en tierra y del control metrológico, incluidas las funciones relativas a las clases de precisión de medición de la tensión, medición de la corriente y cálculo de la energía.

Cuando el punto 4.2.8.2.8.2, punto 6, sea de aplicación, las características de la conformidad de los componentes del sistema embarcado de medición de energía con el conjunto limitado de requisitos, así como las condiciones de uso de estos componentes.
- 15) Hipótesis y datos considerados, según lo establecido en el punto 4.2.8.2.7.
- 16) El número de pantógrafos que pueden encontrarse simultáneamente en contacto con la línea aérea de contacto (LAC), la separación entre ellos y el tipo de distancia de diseño de la LAC (A, B o C) utilizada para los ensayos de evaluación, según lo establecido en el punto 4.2.8.2.9.7.
- 17) La existencia de dispositivos de comunicación según lo establecido en el punto 4.2.5.4 para las unidades diseñadas para ser operadas sin personal a bordo (aparte del maquinista).
- 18) La presencia de una o varias de las funciones descritas en los puntos 4.2.9.3.7 y 4.2.9.3.7a y sus condiciones de uso a nivel de tren.
- 19) Los tipos de geometría del arco del pantógrafo con que está equipada una unidad eléctrica, según lo establecido en el punto 4.2.8.2.9.2.

▼ M5

- 20) La corriente máxima estimada (corriente nominal), tal como se exige en el punto 4.2.8.2.4.
- 21) Para los sistemas de corriente continua: la documentación relativa al funcionamiento del almacenamiento de energía eléctrica, el valor medido de la corriente máxima en parado y las condiciones de medición relativas al material del hilo de contacto, según lo establecido en el punto 4.2.8.2.5.
- 22) La instalación de los mandos para activar e inhibir el modo de intermitencia/parpadeo de los focos de cabeza según lo establecido en el punto 4.2.7.1.4.
- 23) Descripción de las funciones de interfaz del tren instaladas, entre otras cosas, la especificación de interfaces y protocolos de comunicación, los planos generales y los esquemas de los circuitos de mando necesarios para explicar la función y el funcionamiento de la interfaz.
- 24) Documentación relacionada con:
 - la envolvente espacial disponible para la instalación de los equipos del ETCS embarcado definidos en la ETI CMS (por ejemplo, el armario ETCS, la DMI, la antena, la odometría, etc.), y
 - las condiciones de instalación de los equipos del ETCS (por ejemplo, la instalación mecánica, eléctrica, etc.).
- 25) La configuración del material rodante en ejecución automática o manual de órdenes según se indica en los puntos: 4.2.4.4.4, 4.2.4.8.2, 4.2.4.8.3, 4.2.8.2.4, 4.2.8.2.9.8 y 4.2.10.4.2. Esta información se facilitará bajo demanda cuando se instale el ETCS.
- 26) Para las unidades que cumplan las condiciones especificadas en el punto 7.1.1.5, se facilitarán las características siguientes:
 - i) tensiones de la línea de suministro de energía monopolar aplicables de conformidad con el punto 4.2.11.6, punto 2;
 - ii) consumo máximo de corriente de la línea de suministro de energía monopolar de la unidad en parado (A) para cada tensión de la línea de suministro monopolar aplicable;
 - iii) para cada banda de gestión de frecuencias definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A], y en los casos específicos o documentos técnicos mencionados en el artículo 13 de la ETI CMS, cuando estén disponibles:
 - 1) corriente de interferencia máxima (A) y regla de adición aplicable;
 - 2) campo magnético máximo (dB μ A/m), tanto el campo radiado como el campo debido a la corriente de retorno, y regla de adición aplicable;
 - 3) impedancia mínima del vehículo (ohmios).
 - iv) Los parámetros comparables especificados en los casos específicos o en los documentos técnicos mencionados en el artículo 13 de la ETI CMS, cuando estén disponibles.
- 27) En el caso de las unidades que apliquen las condiciones especificadas en el punto 7.1.1.5.1, se indicará la conformidad/no conformidad de la unidad con los requisitos de los puntos 19 a 22 del punto 7.1.1.5.1.

▼ B

4.2.12.3. Documentación relacionada con el mantenimiento

- 1) El mantenimiento es un conjunto de actividades destinado a mantener una unidad funcional en un estado en el que pueda desempeñar la función requerida o restablecer este estado, asegurando la integridad continuada de los sistemas de seguridad y el cumplimiento de las normas aplicables.

Se aportará la siguiente información, necesaria para efectuar las actividades de mantenimiento del material rodante:

▼ M3

- 2) El expediente de justificación del diseño del mantenimiento: explica cómo se han definido las actividades de mantenimiento y cómo se han diseñado para asegurar que las características del material rodante se mantengan dentro de límites de uso aceptables durante su vida útil.

El expediente de justificación del diseño del mantenimiento proporcionará los datos de partida que permitirán determinar los criterios de inspección y la periodicidad de las actividades de mantenimiento.

- 3) El expediente de descripción del mantenimiento: explica cómo se recomienda que se lleven a cabo las actividades de mantenimiento.

▼ B

4.2.12.3.1 Expediente de justificación del diseño del mantenimiento

El expediente de justificación del diseño del mantenimiento contendrá:

- 1) precedentes, principios y métodos utilizados para diseñar el mantenimiento de la unidad;

▼ M3

- 1a) los precedentes, principios y métodos utilizados para identificar los componentes críticos para la seguridad y sus requisitos específicos en materia de explotación, mantenimiento diario, mantenimiento y trazabilidad;

▼ B

- 2) el perfil de utilización: límites de utilización normal de la unidad (por ejemplo, km/mes, límites climáticos, tipos de cargas autorizadas, etc.);

- 3) datos pertinentes utilizados para diseñar el mantenimiento, y origen de estos datos (retorno de experiencia);

- 4) ensayos, investigaciones y cálculos realizados durante el diseño del mantenimiento.

Los medios resultantes (instalaciones, herramientas, etc.) necesarios para el mantenimiento se describen en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.3.2, «Expediente de descripción del mantenimiento».

4.2.12.3.2 Expediente de descripción del mantenimiento

- 1) El expediente de descripción del mantenimiento describirá de qué manera se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento.

- 2) Las actividades de mantenimiento incluirán todas aquellas necesarias, como inspecciones, controles, ensayos, mediciones, sustituciones, ajustes y reparaciones.

- 3) Las actividades de mantenimiento se dividen en:

— mantenimiento preventivo (programado y controlado),

— mantenimiento correctivo.

▼ B

El expediente de descripción del mantenimiento incluirá lo siguiente.

- 4) Jerarquía de componentes y descripción funcional: la jerarquía establece los límites del material rodante, enumerando todos los elementos que pertenecen a la estructura de producto de ese material rodante, utilizando un número adecuado de niveles discretos. El elemento de nivel más bajo de la jerarquía será una unidad sustituible.
- 5) Esquemas de circuitos, esquemas de conexiones y esquemas de cableados.
- 6) Lista de piezas: la lista de piezas contendrá las descripciones técnicas y funcionales de las piezas de recambio (unidades sustituibles).

La lista incluirá todas las piezas especificadas para sustitución, o que puedan requerir sustitución tras una avería eléctrica o mecánica, o que previsiblemente requerirán sustitución tras sufrir daños accidentales (por ejemplo, el parabrisas).

Se indicarán asimismo los componentes de interoperabilidad y se darán las referencias a sus correspondientes declaraciones de conformidad.

▼ M3

- 6a) Lista de componentes críticos para la seguridad: La lista de componentes críticos para la seguridad incluirá los requisitos específicos en materia de mantenimiento diario, mantenimiento y trazabilidad del servicio/mantenimiento.

▼ B

- 7) Para los componentes, se indicarán los valores límite que no deberán superarse en servicio; se permite la posibilidad de especificar restricciones de funcionamiento en modo degradado (valor límite alcanzado).
- 8) Obligaciones legales europeas: cuando los componentes o sistemas estén sujetos a obligaciones legales europeas específicas, se enumerarán dichas obligaciones.
- 9) El conjunto estructurado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos y los medios propuestos por el solicitante para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.
- 10) La descripción de las actividades de mantenimiento.

Tendrán que documentarse los siguientes aspectos (cuando sean específicos de la aplicación):

- planos de instrucciones de montaje/desmontaje necesarios para el correcto montaje/desmontaje de las piezas sustituibles,
- criterios de mantenimiento,
- comprobaciones y ensayos,
- herramientas y materiales necesarios para la tarea (herramientas especiales),

▼ B

- consumibles necesarios para la tarea,
- medidas y equipos de protección y seguridad personal (especial).

- 11) Ensayos y procedimientos necesarios que han de llevarse a cabo después de cada operación de mantenimiento, antes de la vuelta al servicio del material rodante.
- 12) Manuales o mecanismos de resolución de problemas (diagnóstico de averías) para todas las situaciones razonablemente previsibles; aquí se incluyen los diagramas esquemáticos y funcionales de los sistemas o los sistemas de detección de averías informatizados.

4.2.12.4. Documentación sobre la explotación

La documentación técnica necesaria para explotar la unidad se compone de:

▼ M3

- 1) una descripción de la operación en condiciones de funcionamiento normal, incluidas las características operativas y las limitaciones de la unidad (por ejemplo, gálibo del vehículo, velocidad máxima de diseño, cargas por eje, prestaciones de frenado, tipos y operación de las instalaciones de cambio de ancho de vía con las que la unidad es compatible, etc.);

▼ B

- 2) una descripción de los diversos modos degradados razonablemente previsibles en caso de fallos significativos de seguridad de equipos o de funciones descritas en la presente ETI, junto con los límites aceptables correspondientes y las condiciones de explotación de la unidad que podrían darse;
- 3) una descripción de los sistemas de control y supervisión que permiten la identificación de fallos significativos de seguridad de equipos o de funciones descritas en la presente ETI (por ejemplo, ► M5 punto ◀ 4.2.4.9 sobre la función de «frenado»);

▼ M3

- 3a) Lista de componentes críticos para la seguridad: La lista de componentes críticos para la seguridad incluirá los requisitos específicos en materia de operación y trazabilidad;

▼ B

- 4) Esta documentación técnica de explotación formará parte del expediente técnico.

4.2.12.5. Diagrama de elevación e instrucciones

En la documentación figurará:

- 1) una descripción de los procedimientos para llevar a cabo la elevación y el levante con gatos, así como sus correspondientes instrucciones, y
- 2) una descripción de las interfaces para la elevación y el levante con gatos.

▼ B

4.2.12.6. Descripciones relacionadas con el rescate

En la documentación figurará:

- 1) una descripción de los procedimientos para la puesta en práctica de las medidas de emergencia y de las correspondientes precauciones que deban adoptarse, como, por ejemplo, uso de salidas de emergencia, entrada al material rodante con fines de rescate, aislamiento de los frenos, puesta a tierra y remolcado;
- 2) una descripción de los efectos de las medidas de emergencia descritas, por ejemplo, reducción de las prestaciones de frenado tras el aislamiento de los frenos.

▼ M54.2.13. *Requisitos de la interfaz con la Operación Automatizada de Trenes a bordo*

- 1) Este parámetro básico describe los requisitos de interfaz aplicables a las unidades equipadas con ETCS embarcado y que se prevea equipar con Operación Automatizada de Trenes a bordo hasta el grado de automatización 2. Los requisitos se refieren a la funcionalidad necesaria para operar un tren hasta el grado de automatización 2, tal como se define en la ETI CMS.
- 2) Los requisitos aplicables a las unidades en lo que respecta a su interfaz con el ETCS embarcado y en relación con la función de interfaz del tren «Conducción automática» cuando se instale la ATO se definen en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B].
- 3) Cuando se implemente la funcionalidad ATO a bordo hasta el grado de automatización 1/2 en nuevos diseños de vehículos, se aplicarán los índices [84] y [88] del apéndice A de la ETI CMS.
- 4) Cuando se implemente la funcionalidad ATO a bordo hasta el grado de automatización 1/2 en tipos de vehículos existentes y en el material rodante en explotación, se aplicará el índice [84], mientras que el índice [88] podrá utilizarse con carácter voluntario.

4.3. **Especificación funcional y técnica de las interfaces**4.3.1. *Interfaz con el subsistema de energía*

Cuadro 6

Interfaz con el subsistema de energía

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Energía	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo	4.2.3.1	Gálibo del pantógrafo	4.2.10
Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2		Apéndice D
Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2	Tensión y frecuencia	4.2.3
Corriente máxima de la línea aérea de contacto	4.2.8.2.4	Rendimiento del sistema de alimentación eléctrica de tracción	4.2.4
Factor de potencia	4.2.8.2.6	Rendimiento del sistema de alimentación eléctrica de tracción	4.2.4
Corriente máxima en parado	4.2.8.2.5	Corriente en reposo	4.2.5
Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3	Frenado de recuperación	4.2.6

▼ M5

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Energía	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Función de medición del consumo de energía	4.2.8.2.8	Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	4.2.17
Altura del pantógrafo	4.2.8.2.9.1	Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.9
Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2		
Material del frotador	4.2.8.2.9.4	Material del hilo de contacto	4.2.14
Fuerza estática de contacto del pantógrafo	4.2.8.2.9.5	Fuerza de contacto media	4.2.11
Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	4.2.12
Disposiciones de los pantógrafos	4.2.8.2.9.7	Separación de pantógrafos	4.2.13
Circulación a través de una sección de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8	Secciones de separación:	
		— de fases	4.2.15
		— de sistemas	4.2.16
Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10	Medidas de coordinación de la protección eléctrica	4.2.7
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna	4.2.8.2.7	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	4.2.8

4.3.2. *Interfaz con el subsistema de infraestructura*

Cuadro 7

Interfaz con el subsistema de infraestructura

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Infraestructura	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo cinemático del material rodante	4.2.3.1	Gálibo de implantación de obstáculos	4.2.3.1
		Distancia entre ejes de vías	4.2.3.2
		Radio mínimo de los acuerdos verticales	4.2.3.5
Parámetro de carga por eje	4.2.3.2.1	Resistencia de la vía a las cargas verticales	4.2.6.1
		Resistencia de la vía a las cargas transversales	4.2.6.3
		Resistencia de los puentes nuevos a las cargas de tráfico	4.2.7.1
		Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas y efectos del empuje del terreno	4.2.7.2
		Resistencia a las cargas de tráfico de los puentes y obras de tierra existentes	4.2.7.4

▼ M5

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Infraestructura	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Comportamiento dinámico en circulación	4.2.3.4.2	Insuficiencia de peralte	4.2.4.3
Valores límite dinámicos en circulación del esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.2.2	Resistencia de la vía a las cargas verticales	4.2.6.1
		Resistencia de la vía a las cargas transversales	4.2.6.3
Conicidad equivalente	4.2.3.4.3	Conicidad equivalente	4.2.4.5
Características geométricas de los ejes montados	4.2.3.5.2.1	Ancho de vía nominal	4.2.4.1
Características geométricas de las ruedas	4.2.3.5.2.2	Perfil de la cabeza de carril en plena vía	4.2.4.6
Sistemas automáticos de cambio de ancho	4.2.3.5.3	Geometría en servicio de los aparatos de vía	4.2.5.3
Radio mínimo de curva	4.2.3.6	Radio mínimo de las alineaciones circulares	4.2.3.4
Deceleración media máxima	4.2.4.5.1	Resistencia de la vía a las cargas longitudinales	4.2.6.2
		Acciones causadas por el arranque y el frenado	4.2.7.1.5
Efecto estela	4.2.6.2.1	Resistencia de las estructuras nuevas sobre las vías o adyacentes a las mismas	4.2.7.3
Pulso de presión por paso de la cabeza del tren	4.2.6.2.2	Variaciones máximas de presión en los túneles	4.2.10.1
Variaciones máximas de presión en los túneles	4.2.6.2.3	Distancia entre ejes de vías	4.2.3.2
Viento transversal	4.2.6.2.4	Efecto de los vientos transversales	4.2.10.2
Efecto aerodinámico en vía con balasto	4.2.6.2.5	Levantamiento de balasto	4.2.10.3
Sistema de descarga de aseos	4.2.11.3	Descarga de aseos	4.2.12.2
Limpieza exterior en una estación de lavado	4.2.11.2.2	Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	4.2.12.3
Interfaz para la recarga de agua	4.2.11.5	Aprovisionamiento de agua	4.2.12.4
Equipos de repostaje de combustible	4.2.11.7	Repostaje de combustible	4.2.12.5
Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes	4.2.11.6	Alimentación eléctrica exterior	4.2.12.6

▼ **M5**4.3.3. *Interfaz con el subsistema de explotación*

Cuadro 8

Interfaz con el subsistema de explotación

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Explotación	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Enganche de rescate	4.2.2.2.4	Disposiciones de contingencia	4.2.3.6.3
Parámetro de carga por eje	4.2.3.2	Composición del tren	4.2.2.5
Prestaciones de frenado	4.2.4.5	Frenado del tren	4.2.2.6
Luces exteriores de cabeza y de cola	4.2.7.1	Visibilidad del tren	4.2.2.1
Bocina	4.2.7.2	Audibilidad del tren	4.2.2.2
Visibilidad exterior	4.2.9.1.3	Requisitos para la visibilidad de las señales y de los indicadores de posición de tierra	4.2.2.8
Características ópticas del parabrisas	4.2.9.2.2		
Iluminación interior	4.2.9.1.8		
Función de control de la actividad del maquinista	4.2.9.3.1	Vigilancia del maquinista	4.2.2.9
Registrador	4.2.9.6	Registro de datos de supervisión a bordo del tren	4.2.3.5 Apéndice I

4.3.4. *Interfaz con el subsistema de control-mando y señalización*

Cuadro 9

Interfaz con el subsistema de control-mando y señalización

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Control-Mando y Señalización	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo	4.2.3.1	Posición de las antenas de control-mando y señalización a bordo	4.2.2
Características del material rodante compatibles con el sistema de detección de trenes basado en circuitos de vía	4.2.3.3.1.1	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes en tierra: diseño del vehículo	4.2.10
		Compatibilidad electromagnética entre el material rodante y los equipos de control-mando y señalización en tierra	4.2.11
Características del material rodante compatibles con el sistema de detección de trenes basado en contadores de ejes	4.2.3.3.1.2	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes en tierra: diseño del vehículo	4.2.10
		Compatibilidad electromagnética entre el material rodante y los equipos de control-mando y señalización en tierra	4.2.11
Características del material rodante compatibles con los circuitos de lazo	4.2.3.3.1.3	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes en tierra: diseño del vehículo	4.2.10

▼ M5

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Control-Mando y Señalización	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Comportamiento dinámico en circulación	4.2.3.4.2	ETCS embarcado: Envío de información/órdenes y recepción de información de estado del material rodante	4.2.2
Tipo de sistema de freno	4.2.4.3		
Mando de freno de emergencia	4.2.4.4.1		
Mando de freno de servicio	4.2.4.4.2		
Mando de freno dinámico	4.2.4.4.4		
Freno de vía magnético	4.2.4.8.2		
Freno de Foucault	4.2.4.8.3		
Apertura de puertas	4.2.5.5.6		
Requisitos sobre prestaciones	4.2.8.1.2		
Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto	4.2.8.2.4		
Secciones de separación	4.2.8.2.9.8		
Pupitre de conducción: ergonomía	4.2.9.1.6		
Función de control remoto por radio por parte del personal para maniobras	4.2.9.3.6		
Requisitos para la gestión de los modos del ETCS	4.2.9.3.8		
Estado de la tracción	4.2.9.3.9		
Control de humos	4.2.10.4.2	Prestaciones y características garantizadas de frenado del tren	4.2.2
Prestaciones de frenado de emergencia	4.2.4.5.2		
Prestaciones de frenado de servicio	4.2.4.5.3		
Focos de cabeza	4.2.7.1.1	Objetos de control-mando y señalización en tierra	4.2.15
Visibilidad exterior	4.2.9.1.3	Visibilidad de los objetos de control-mando y señalización en tierra	4.2.15
Características ópticas	4.2.9.2.2		
Registrador	4.2.9.6	Interfaz con el registro de datos a efectos reguladores	4.2.14

▼ **M5**

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de Control-Mando y Señalización	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Mando de freno dinámico (mando de freno de recuperación)	4.2.4.4.4	Configuración de la DMI del ETCS	4.2.12
Freno de vía magnético (orden)	4.2.4.8.2		
Freno de Foucault (orden)	4.2.4.8.3		
Secciones de separación	4.2.8.2.9.8		
Control de humos	4.2.10.4.2		
Requisitos de la interfaz con la Operación Automatizada de Trenes	4.2.13	Funcionalidad ATO embarcada	4.2.18
		Especificación de los requisitos del sistema	Especificación a la que se refiere el apéndice A, cuadro A.2, índice 84, de la ETI CMS
		FFFIS ATO embarcada/Material rodante	Especificación a la que se refiere el apéndice A, cuadro A.2, índice 88, de la ETI CMS
		ETCS embarcado: Envío de información/órdenes y recepción de información de estado del material rodante	4.2.2

4.3.5. *Interfaz con el subsistema de aplicaciones telemáticas**Cuadro 10***Interfaz con el subsistema de aplicaciones telemáticas**

Referencia ETI de Locomotoras y Coches de viajeros		Referencia ETI de aplicaciones telemáticas para viajeros	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Información al cliente (personas con movilidad reducida)	4.2.5	Pantalla del dispositivo a bordo	4.2.13.1
Sistema de comunicación a los viajeros	4.2.5.2	Anuncios de voz automática	4.2.13.2
Información al cliente (personas con movilidad reducida)	4.2.5		

▼ **B**

4.4.

Normas de explotación

- 1) A la luz de los requisitos esenciales mencionados en la sección 3, las disposiciones sobre la explotación del material rodante que pertenecen al ámbito de aplicación de la presente ETI se describen en:

— la ► **M5** punto ◀ 4.3.3, «Interfaz con el subsistema de explotación», que hace referencia a las ► **M5** puntos ◀ pertinentes de la sección 4.2 de la presente ETI

▼ B

- la ► **M5** punto ◀ 4.2.12, «Documentación para la explotación y el mantenimiento».
- 2) Las normas de explotación se elaboran conforme al sistema de gestión de la seguridad de la empresa ferroviaria, considerando las disposiciones mencionadas.
 - 3) En particular, se necesitan normas de explotación para asegurar que un tren detenido en una pendiente, tal y como se especifica en las ► **M5** puntos ◀ 4.2.4.2.1 y 4.2.4.5.5 de la presente ETI (requisitos relacionados con el frenado) quede inmovilizado.

Las normas de explotación del sistema de megafonía, la alarma de viajeros, las salidas de emergencia y el funcionamiento de las puertas de acceso se elaboran teniendo en cuenta las disposiciones pertinentes de la presente ETI y de la documentación sobre la explotación.

▼ M3

- 3a) En el caso de los componentes críticos de seguridad, los diseñadores/fabricantes elaboran los requisitos específicos en materia de operaciones y trazabilidad operacional en la fase de diseño, y mediante una colaboración entre los diseñadores/fabricantes y las empresas ferroviarias en cuestión una vez los vehículos hayan entrado en operación.

▼ B

- 4) La documentación sobre explotación técnica descrita en la ► **M5** punto 4.2.12.4 ◀ indica las características del material rodante que deben considerarse a fin de definir las normas de explotación en modo degradado.
- 5) Los procedimientos de elevación y rescate se establecen (incluidos el método y el medio de recuperación de un tren descarrilado o de un tren que no pueda circular con normalidad) considerando:
 - las disposiciones de elevación y levante con gatos que se describen en las ► **M5** puntos ◀ 4.2.2.6 y 4.2.12.5 de la presente ETI,
 - las disposiciones referentes al sistema de frenado para operaciones de rescate que se describen en las ► **M5** puntos ◀ 4.2.4.10 y 4.2.12.6 de la presente ETI.
- 6) Las normas de seguridad para los trabajadores en tierra o los viajeros en los andenes son elaboradas por la entidad o las entidades responsables de las instalaciones fijas teniendo en cuenta las disposiciones pertinentes de la presente ETI y de la documentación técnica (por ejemplo, impacto de la velocidad).

▼ M3

4.5.

Reglas de mantenimiento

- 1) A la luz de los requisitos esenciales mencionados en la ► **M5** capítulo 3 ◀, las disposiciones sobre el mantenimiento del material rodante dentro del ámbito de aplicación de la presente ETI:
 - ► **M5** Punto ◀ 4.2.11, «Mantenimiento diario»;
 - ► **M5** Punto ◀ 4.2.12, «Documentación para la explotación y el mantenimiento».
- 2) Otras disposiciones de la ► **M5** punto 4.2 ◀ (► **M5** puntos ◀ 4.2.3.4 y 4.2.3.5) especifican, para determinadas características, los valores límite que tienen que verificarse durante las actividades de mantenimiento.

▼ **M3**

- 2a) Los componentes críticos de seguridad y sus requisitos específicos en materia de mantenimiento diario, mantenimiento y trazabilidad del mantenimiento son identificados por los diseñadores/fabricantes en la fase de diseño, y mediante una colaboración entre los diseñadores/fabricantes y las entidades encargadas del mantenimiento una vez los vehículos hayan entrado en operación.
- 3) A partir de la información mencionada anteriormente y aportada en la ► **M5** punto ◀ 4.2, se definen a nivel operativo del mantenimiento (fuera del ámbito de aplicación de la evaluación respecto a la presente ETI) las tolerancias y los intervalos que aseguran el cumplimiento de los requisitos esenciales durante toda la vida útil del material rodante, bajo la única responsabilidad de las entidades encargadas del mantenimiento. Esta actividad incluye:
- la definición de los valores en servicio cuando no estén especificados en la presente ETI o cuando las condiciones de explotación permitan el uso de valores límite en servicio diferentes de los especificados en la presente ETI;
 - la justificación de los valores en servicio, proporcionando la información equivalente a aquellos requeridos en la ► **M5** punto ◀ 4.2.12.3.1, «Expediente de justificación del diseño del mantenimiento».
- 4) Sobre la base de la información mencionada anteriormente en esta ► **M5** punto ◀, se define un plan de mantenimiento a nivel operativo bajo la única responsabilidad de las entidades encargadas del mantenimiento (fuera del ámbito de aplicación de la evaluación respecto a la presente ETI), consistente en un conjunto estructurado de tareas de mantenimiento que incluye las actividades, los ensayos y procedimientos, medios, criterios de mantenimiento, la frecuencia y el tiempo de trabajo necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.
- 5) Con respecto al software de a bordo, el diseñador/fabricante especificará, para todas las modificaciones del software de a bordo, todos los requisitos y procedimientos de mantenimiento (incluyendo el control del estado, el diagnóstico de eventos, los métodos de ensayo y las herramientas, así como las competencias profesionales requeridas) necesarios para la consecución de los requisitos esenciales y de los valores citados en los requisitos obligatorios de la presente ETI durante todo el ciclo de vida (instalación, funcionamiento normal, averías, actividades de reparación, verificaciones e intervenciones de mantenimiento, retirada del servicio, etc.).

▼ **B**

4.6.

Competencias profesionales

- 1) La presente ETI no establece las competencias profesionales del personal requeridas para la explotación del material rodante al que se aplica esta ETI.

▼B

- 2) Tales competencias están cubiertas parcialmente por la ETI de Explotación y la Directiva 2007/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾.

4.7. Condiciones de salud y seguridad

- 1) Las disposiciones sobre salud y seguridad del personal, requeridas para la explotación y el mantenimiento del material rodante al que se aplica la presente ETI están cubiertas por los requisitos esenciales n^o 1.1, 1.3, 2.5.1 y 2.6.1 (según la numeración de la ►**M3** Directiva (UE) 2016/797 ◀); en el cuadro de la sección 3.2 se mencionan las ►**M5** puntos ◀ técnicas de la presente ETI relacionadas con estos requisitos esenciales.

- 2) En particular, en las siguientes disposiciones de la sección 4.2 se especifican disposiciones sobre la salud y la seguridad del personal:

— ►**M5** punto ◀ 4.2.2.2.5: Acceso del personal para el enganche y el desenganche,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.2.5: Seguridad pasiva,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.2.8: Puertas de acceso para el personal y la carga,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.6.2.1: Efecto estela en los trabajadores situados junto a la vía,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.7.2.2: Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.8.4: Protección contra los riesgos eléctricos,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.9: Cabina de conducción,

— ►**M5** punto ◀ 4.2.10: Seguridad contra incendios y evacuación.

4.8. Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos

- 1) Las características del material rodante que deben consignarse en el «Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos» se enumeran en la Decisión de Ejecución 2011/665/UE de la Comisión ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Directiva 2007/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, sobre la certificación de los maquinistas de locomotoras y trenes en el sistema ferroviario de la Comunidad (DO L 315 de 3.12.2007, p. 51).

⁽²⁾ Decisión de Ejecución 2011/665/UE de la Comisión, de 4 de octubre de 2011, sobre el Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos Ferroviarios (DO L 264 de 8.10.2011, p. 32).

▼ B

- 2) Con arreglo al anexo II de esta Decisión sobre el Registro europeo y al ►**M3** artículo 48, apartado 3, letra a) de la Directiva (UE) 2016/797 ◀, los valores que deben registrarse para los parámetros relativos a las características técnicas del material rodante serán aquellos que figuren en la documentación técnica que se aporte junto al certificado de examen de tipo. Por lo tanto, la presente ETI requiere que se registren las características pertinentes en la documentación técnica definida ►**M5** en el punto 4.2.12 ◀.
- 3) De conformidad con el artículo 5 de la Decisión mencionada en el anterior punto 1 de la presente ►**M5** punto ◀ 4.8, su guía de aplicación incluye para cada parámetro una referencia a las ►**M5** puntos ◀ de las especificaciones técnicas de interoperabilidad en las que se indican los requisitos aplicables a dicho parámetro.

▼ M54.9. **Comprobaciones de la compatibilidad con la ruta previas al uso de vehículos autorizados**

Los parámetros del subsistema de material rodante «Locomotoras y material rodante de viajeros» que debe utilizar la empresa ferroviaria, a efectos de la comprobación de la compatibilidad con la ruta, se describen en el apéndice D1 de la ETI OPE.

▼ B

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

5.1. **Definición**

- 1) De acuerdo con el ►**M3** artículo 2, apartado 7 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀, los componentes de interoperabilidad son «todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados o destinados a ser incorporados en un subsistema, de los que dependa directa o indirectamente la interoperabilidad del sistema ferroviario».
- 2) El concepto de «componente» engloba no solo objetos materiales sino también inmateriales, como el software.
- 3) Los componentes de interoperabilidad (CI), descritos posteriormente en la sección 5.3, son los componentes:

— cuya especificación se refiere a un requisito definido en la sección 4.2 de la presente ETI. La referencia a la ►**M5** punto ◀ pertinente de la sección 4.2 se da en la sección 5.3 y define cómo la interoperabilidad del sistema ferroviario depende del componente en cuestión.

Cuando en la sección 5.3 se señale que un requisito se evalúa a nivel de componente de interoperabilidad (CI), no se requerirá una evaluación del mismo requisito a nivel de subsistema,

— cuya especificación puede necesitar requisitos adicionales, como requisitos sobre interfaces; estos requisitos adicionales se especifican también en la sección 5.3,

▼B

— y cuyo procedimiento de evaluación, independientemente del subsistema con el que estén relacionados, se describe ►**M5** en el punto 6.1 ◀.

- 4) El ámbito de uso de un componente de interoperabilidad se establecerá y demostrará según lo descrito para cada uno de ellos en la sección 5.3.

5.2. Soluciones innovadoras

- 1) Como se indica en el artículo 10, las soluciones innovadoras podrán exigir nuevas especificaciones y/o nuevos métodos de evaluación. Estas especificaciones y estos métodos de evaluación serán elaborados mediante el procedimiento descrito en la ►**M5** punto 6.1.5 ◀, siempre que se prevea una solución innovadora para un componente de interoperabilidad.

5.3. Especificación del componente de interoperabilidad

Los componentes de interoperabilidad se enumeran y especifican a continuación.

5.3.1. Acoplador automático de tope central

Todo acoplador automático se diseñará y evaluará para un ámbito de uso definido por:

- 1) el tipo de enganche final (interfaz mecánica y neumática de la cabeza);

El acoplador automático de «tipo 10» se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [36].

Nota: Los tipos de acopladores automáticos distintos del acoplador de tipo 10 no se consideran componentes de interoperabilidad (CI) (especificación no disponible públicamente); ◀

- 2) las fuerzas tensoras y compresoras que es capaz de resistir;
- 3) Estas características se evaluarán a nivel de CI.

5.3.2. Enganche final manual

Todo enganche final manual se diseñará y evaluará para un ámbito de uso definido por:

- 1) el tipo de enganche final (interfaz mecánica);

El «tipo UIC» estará formado por un sistema de topes, aparato de tracción y enganche de husillo que cumpla los requisitos de las partes referentes a los coches de viajeros, de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [37] ◀, y de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [38] ◀; las unidades que no sean coches con sistemas de enganche manual, irán equipadas con un sistema de topes, aparato de tracción y enganche de husillo que cumpla los requisitos de las partes pertinentes de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [37] ◀, y de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►**M5** índice [38] ◀, respectivamente.

Nota: Otros tipos de enganche final manual no se consideran componentes de interoperabilidad (CI) (especificación no disponible públicamente);

- 2) las fuerzas tensoras y compresoras que es capaz de resistir;

▼ B

- 3) estas características se evaluarán a nivel de CI.

5.3.3. *Enganches de rescate*

Todo enganche de rescate se diseñará y evaluará para un ámbito de uso definido por:

- 1) el tipo de enganche final con el que puede engancharse;

El enganche de rescate con el que deba engancharse el acoplador automático de «tipo 10» se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [39] ◀.

Nota: Otros tipos de enganche de rescate no se consideran componentes de interoperabilidad (CI) (especificación no disponible públicamente).

- 2) las fuerzas tensoras y compresoras que es capaz de resistir;
- 3) la manera en que se haya previsto que deba instalarse en la unidad de rescate;
- 4) estas características y los requisitos expresados en la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.2.4 de la presente ETI se evaluarán a nivel de CI.

5.3.4. *Ruedas*

Las ruedas se diseñarán y evaluarán para un ámbito de uso definido por:

- 1) las características geométricas: diámetro nominal de la banda de rodadura;
- 2) características mecánicas: fuerza estática vertical máxima y velocidad máxima;
- 3) características termomecánicas: energía máxima de frenado;
- 4) las ruedas deberán cumplir los requisitos sobre características geométricas, mecánicas y termomecánicas definidas en la ► **M5** punto 4.2.3.5.2.2 ◀; estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

▼ M35.3.4a *Sistemas automáticos de cambio de ancho*

- 1) El CI «sistema automático de cambio de ancho» se diseñará y evaluará para un ámbito de uso definido por:

— Los anchos de vía para los que se ha diseñado el sistema.

— El intervalo de cargas estáticas máximas por eje (correspondientes a la masa teórica bajo carga útil normal, de acuerdo con la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.10 de la presente ETI).

— El intervalo de diámetros nominales de la banda de rodadura.

— La velocidad máxima de diseño de la unidad.

— Los tipos de instalaciones de cambio de ancho de vía para los que se ha diseñado el sistema, incluida la velocidad nominal a través de las instalaciones del cambio de ancho de vía y el esfuerzo axial máximo durante el proceso automático de cambio de ancho.

▼ M3

- 2) ► **M5** Los sistemas automáticos de cambio de ancho cumplirán los requisitos establecidos en el punto 4.2.3.5.3; estos requisitos se evaluarán a nivel de CI, de acuerdo con el punto 6.1.3.1a. ◀

▼ B5.3.5. *Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (WSP)*

El CI «sistema WSP» se diseñará y evaluará para un ámbito de uso definido por:

- 1) un sistema de freno de tipo neumático;

Nota: El WSP no se considera un CI para otros tipos de sistema de freno, como los sistemas de frenado hidráulicos, dinámicos y mixtos. Esta ► **M5** punto ◀ no se aplica en dicho caso;

- 2) la velocidad de explotación máxima.
- 3) Todo sistema WSP cumplirá los requisitos sobre las prestaciones del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas recogidos en la ► **M5** punto ◀ 4.2.4.6.2 de la presente ETI.

Opcionalmente, podrá incluirse el sistema de supervisión de giro de las ruedas.

▼ M55.3.6. *Focos de cabeza*

- 1) Los focos de cabeza se diseñarán y evaluarán sin ninguna limitación respecto a su área de uso.
- 2) Los focos de cabeza cumplirán los requisitos sobre color e intensidad luminosa definidos en el punto 4.2.7.1.1. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

5.3.7. *Luces de posición*

- 1) Las luces de posición se diseñarán y evaluarán sin ninguna limitación respecto a su área de uso.
- 2) Las luces de posición cumplirán los requisitos sobre color e intensidad luminosa definidos en el punto 4.2.7.1.2. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

5.3.8. *Luces de cola*

- 1) Las luces de cola se diseñarán y evaluarán para un área de uso: lámparas fijas o lámparas portátiles.
- 2) Las luces de cola cumplirán los requisitos sobre color e intensidad luminosa definidos en el punto 4.2.7.1.3. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.
- 3) En el caso de las luces de cola portátiles, la interfaz para su colocación en el vehículo se ajustará a lo indicado en el apéndice E de la ETI de vagones.

5.3.9. *Bocinas*

- 1) Toda bocina se diseñará y evaluará para un área de uso definida por su nivel de presión acústica en un vehículo de referencia (o una integración de referencia); esta característica podrá verse afectada por la integración de la bocina en un vehículo concreto.

▼ **M5**

- 2) Las bocinas cumplirán los requisitos sobre los sonidos de las señales definidos en el punto 4.2.7.2.1. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

5.3.10. *Pantógrafo*

Los pantógrafos se diseñarán y evaluarán para un área de uso definida por:

- 1) el tipo de sistema o sistemas de tensión, definido en el punto 4.2.8.2.1.

en caso de estar diseñados para varios sistemas de tensión, deberán tenerse en cuenta los diferentes conjuntos de requisitos;
- 2) una de las tres geometrías del arco del pantógrafo especificadas en el punto 4.2.8.2.9.2;
- 3) la capacidad de corriente, definida en el punto 4.2.8.2.4;
- 4) la corriente máxima en parado para sistemas de corriente alterna y de corriente continua, definida en el punto 4.2.8.2.5; para los sistemas de alimentación de corriente continua de 1,5 kV, se tendrá en cuenta el material del hilo de contacto;
- 5) la velocidad de servicio máxima: la evaluación de la velocidad de servicio máxima se efectuará según lo definido en el punto 4.2.8.2.9.6;
- 6) el rango de altura para el comportamiento dinámico: estándar, y/o para sistemas de ancho de vía de 1 520 mm o 1 524 mm.
- 7) Los requisitos enumerados anteriormente se evaluarán a nivel de CI.
- 8) El rango de alturas de trabajo del pantógrafo especificado en el punto 4.2.8.2.9.1.2, la geometría del arco del pantógrafo especificada en el punto 4.2.8.2.9.2, la capacidad de corriente del pantógrafo especificada en el punto 4.2.8.2.9.3, la fuerza de contacto estática del pantógrafo especificada en el punto 4.2.8.2.9.5 y el comportamiento dinámico del propio pantógrafo especificado en el punto 4.2.8.2.9.6 también se evaluarán a nivel de CI.

5.3.11. *Frotadores*

Los frotadores son las partes sustituibles del arco del pantógrafo que están en contacto con el hilo de contacto. Los frotadores se diseñarán y evaluarán para un área de uso definida por:

- 1) Su geometría, definida en el punto 4.2.8.2.9.4.1.
- 2) El material de los frotadores, definido en el punto 4.2.8.2.9.4.2.
- 3) El tipo de sistema o sistemas de tensión, definido en el punto 4.2.8.2.1.
- 4) La capacidad de corriente, definida en el punto 4.2.8.2.4.

▼ M5

- 5) La corriente máxima en parado, definida en el punto 4.2.8.2.5.
- 6) Los requisitos enumerados anteriormente se evaluarán a nivel de CI.

5.3.12. *Disyuntor principal*

El disyuntor principal se diseñará y evaluará para un área de uso definida por:

- 1) El tipo de sistema o sistemas de tensión, definido en el punto 4.2.8.2.1.
- 2) La capacidad de corriente, definida en el punto 4.2.8.2.4 (corriente máxima).
- 3) Los requisitos enumerados anteriormente se evaluarán a nivel de CI.
- 4) El disparo se ajustará a lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22] (véase el punto 4.2.8.2.10); se evaluará a nivel de CI.

5.3.13. *Asiento del maquinista*

- 1) El asiento del maquinista se diseñará y evaluará para un área de uso definida por el rango de posibles ajustes en cuanto a altura y posición longitudinal.
- 2) El asiento del maquinista deberá cumplir los requisitos especificados a nivel de componente en el punto 4.2.9.1.5. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

5.3.14. *Conexión de la descarga de aseos*

- 1) La conexión de la descarga de aseos se diseñará y evaluará sin ninguna limitación respecto a su área de uso.
- 2) La conexión de la descarga de aseos cumplirá los requisitos sobre dimensiones definidos en el punto 4.2.11.3. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

5.3.15. *Conexión de entrada para depósitos de agua*

- 1) La conexión de entrada para los depósitos de agua se diseñará y evaluará sin ninguna limitación respecto a su área de uso.
- 2) La conexión de entrada para los depósitos de agua cumplirá los requisitos sobre dimensiones definidos en el punto 4.2.11.5. Estos requisitos se evaluarán a nivel de CI.

▼ B

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O LA IDONEIDAD PARA EL USO Y VERIFICACIÓN «CE»

- 1) Los módulos para los procedimientos de evaluación de la conformidad, la idoneidad para el uso y la verificación «CE» se describen en la Decisión 2010/713/UE de la Comisión ⁽¹⁾.

6.1. Componentes de interoperabilidad

6.1.1. Evaluación de la conformidad

- 1) Con arreglo al ► **M3** artículo 10 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀, el fabricante de un componente de interoperabilidad o su representante autorizado establecido en la Unión expedirán una declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso antes de comercializar un componente de interoperabilidad.
- 2) La evaluación de la conformidad o idoneidad para el uso de un componente de interoperabilidad se efectuará con arreglo al módulo o los módulos prescritos para ese componente particular especificados en la ► **M5** punto ◀ 6.1.2 de la presente ETI.

▼ M3

- 3) ► **M5** Cuando se trate de un caso específico aplicable a un elemento definido como componente de interoperabilidad en la sección 5.3, el requisito correspondiente puede formar parte de la verificación a nivel del componente de interoperabilidad solo en el caso en que el elemento siga cumpliendo los capítulos 4 y 5, y cuando el caso específico no se refiera a una norma nacional. ◀

En otros casos, la verificación se llevará a cabo a nivel de subsistema; cuando se aplique una norma nacional a un elemento, el Estado miembro en cuestión podrá definir los procedimientos de evaluación de la conformidad aplicables que correspondan

▼ M5

6.1.2. Aplicación de módulos

Módulos para la certificación CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad

Módulo CA	Control interno de la producción
Módulo CA1	Control interno de la producción más verificación del producto mediante un examen individual
Módulo CA2	Control interno de la producción más verificación del producto a intervalos aleatorios
Módulo CB	Examen CE de tipo
Módulo CC	Conformidad con el tipo basada en el control interno de la producción

⁽¹⁾ Decisión 2010/713/UE de la Comisión, de 9 de noviembre de 2010, sobre los módulos para los procedimientos de evaluación de la conformidad, idoneidad para el uso y verificación CE que deben utilizarse en las especificaciones técnicas de interoperabilidad adoptadas en virtud de la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 319 de 4.12.2010, p. 1).

▼ M5

Módulo CD	Conformidad con el tipo basada en el sistema de gestión de la calidad del proceso de producción
Módulo CF	Conformidad con el tipo basada en la verificación del producto
Módulo CH	Conformidad basada en un sistema de gestión de calidad total
Módulo CH1	Conformidad basada en un sistema de gestión de calidad total más examen de diseño
Módulo CV	Validación de tipo mediante la experiencia en servicio (idoneidad para el uso)

- 1) El fabricante o su representante autorizado establecido en la Unión Europea elegirán uno de los módulos o combinaciones de módulos que se indican en el cuadro siguiente para el componente que debe evaluarse:

Punto de la ETI	Componentes que deben evaluarse	Módulo						
		CA	CA1 o CA2	CB + CC	CB + CD	CB + CF	CH	CH1
5.3.1	Acoplador automático de tope central		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.2	Enganche final manual		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.3	Acoplador para remolque en caso de rescate		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.4	Ruedas		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.4a	Sistemas automáticos de cambio de ancho		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.5	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.6	Focos de cabeza		X ⁽¹⁾	X	X		X ⁽¹⁾	X
5.3.7	Luz de posición		X ⁽¹⁾	X	X		X ⁽¹⁾	X
5.3.8	Luz de cola		X ⁽¹⁾	X	X		X ⁽¹⁾	X
5.3.9	Bocinas		X ⁽¹⁾	X	X		X ⁽¹⁾	X
5.3.10	Pantógrafo		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X

▼ M5

Punto de la ETI	Componentes que deben evaluarse	Módulo						
		CA	CA1 o CA2	CB + CC	CB + CD	CB + CF	CH	CH1
5.3.11	Frotadores del pantógrafo		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.12	Disyuntor principal		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.13	Asiento del maquinista		X ⁽¹⁾		X	X	X ⁽¹⁾	X
5.3.14	Conexión de la descarga de aseos	X		X			X	
5.3.15	Conexión de entrada para depósitos de agua	X		X			X	

(1) Los módulos CA1, CA2 o CH pueden utilizarse solo en el caso de productos fabricados conforme a un diseño desarrollado y ya utilizado para poner productos en el mercado antes de la entrada en vigor de las ETI pertinentes aplicables a dichos productos, siempre y cuando el fabricante demuestre al organismo notificado que el análisis del diseño y el examen de tipo se efectuaron para dichas solicitudes previas en condiciones comparables y que son conformes con los requisitos de la presente ETI. Esta demostración se documentará, y se considerará que tiene la misma fuerza probatoria que el módulo CB o el examen de diseño según el módulo CH1.

- 2) El punto 6.1.3 especifica si, adicionalmente a los requisitos indicados en el punto 4.2, deberá utilizarse un procedimiento particular para la evaluación.

6.1.3. *Procedimientos de evaluación particulares para componentes de interoperabilidad*

6.1.3.1. *Ruedas (punto 5.3.4)*

- 1) Las características mecánicas de la rueda se demostrarán mediante cálculos de la resistencia mecánica, teniendo en cuenta tres casos de carga: vía recta (eje montado centrado), curva (pestaña presionada contra el carril) y paso de agujas y cruzamientos (superficie interna de la pestaña apoyada en el carril), según lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [40].
- 2) Para las ruedas forjadas y laminadas, los criterios de decisión están definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [40]; cuando el cálculo arroje valores más allá de los criterios de decisión, para demostrar la conformidad deberá efectuarse un ensayo en banco conforme a lo dispuesto en la citada especificación.
- 3) Se permiten otros tipos de rueda para los vehículos destinados únicamente a uso nacional. En tal caso, los criterios de decisión y los criterios del esfuerzo de fatiga se especificarán en las normas nacionales. Estas normas nacionales serán notificadas por los Estados miembros.
- 4) La consideración realizada de las condiciones de carga para la fuerza estática vertical máxima deberá indicarse de manera explícita en la documentación técnica según se define en el punto 4.2.12.

▼ **M5**

Comportamiento termomecánico:

- 5) Si la rueda se utiliza para frenar una unidad con frenos que actúan sobre su superficie de rodadura, dicha rueda se someterá a una prueba termomecánica teniendo en cuenta la energía de frenado máxima prevista. La rueda se someterá a una evaluación de la conformidad con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [40], a fin de comprobar que el desplazamiento lateral de la llanta durante el frenado y el esfuerzo residual estén dentro de los límites de tolerancia especificados utilizando los criterios de decisión especificados.

Verificación de las ruedas:

- 6) Deberá existir un procedimiento de verificación en la fase de producción que garantice que no haya ningún defecto que pueda disminuir el nivel de seguridad como consecuencia de un cambio en las características mecánicas de las ruedas.

Se verificará la resistencia a la tracción del material de la rueda, la dureza de la superficie de rodadura, la tenacidad, la resistencia al impacto, las características del material y la limpieza del material.

El procedimiento de verificación especificará el lote de muestra utilizado para cada característica que deba verificarse.

- 7) Se permite otro método de evaluación de la conformidad para ruedas en las mismas condiciones que para los ejes montados; tales condiciones se describen en el punto 6.2.3.7.
- 8) En el caso de un diseño innovador para el cual el fabricante no tenga retorno de experiencia suficiente, la rueda debe someterse a una evaluación de la idoneidad para el uso (módulo CV; véase también el punto 6.1.6).

6.1.3.1a. Sistema automático de cambio de ancho (punto 5.3.4a)

- 1) El procedimiento de evaluación se fundamentará en un plan de validación que aborde todos los aspectos mencionados en los puntos 4.2.3.5.3 y 5.3.4a.
- 2) El plan de validación será coherente con el análisis de seguridad exigido en el punto 4.2.3.5.3 y definirá la evaluación requerida en todas las siguientes fases:

— análisis del diseño;

— ensayos estáticos (ensayos en banco y ensayos de integración en el órgano de rodadura/unidad);

— ensayo en instalaciones de cambio de ancho de vía, representativo de las condiciones en servicio;

— ensayos en vía, representativos de las condiciones en servicio.

▼ M5

- 3) En lo que respecta a la demostración del cumplimiento del punto 4.2.3.5.3, punto 5, los supuestos considerados para el análisis de la seguridad relativos al vehículo en el que se pretende integrar el sistema, y relativos al perfil de operación de dicho vehículo, estarán claramente documentados.
 - 4) El sistema automático de cambio de ancho podrá estar sujeto a una evaluación de la idoneidad para el uso (módulo CV; véase el punto 6.1.6).
 - 5) El certificado emitido por el organismo notificado a cargo de la evaluación de la conformidad incluirá tanto las condiciones de uso según el punto 5.3.4a, punto 1, y los tipos, como las condiciones de explotación de las instalaciones de cambio de ancho de vía para las que se haya evaluado el sistema automático de cambio de ancho.
- 6.1.3.2. Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (punto 5.3.5)
- 1) El sistema de protección antideslizamiento de las ruedas se verificará de acuerdo con la metodología definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [15].
 - 2) En el caso de un diseño innovador para el cual el fabricante no tenga retorno de experiencia suficiente, el sistema de protección antideslizamiento de las ruedas debe someterse a una evaluación de la idoneidad para el uso (módulo CV; véase también el punto 6.1.6).
- 6.1.3.3. Focos de cabeza (punto 5.3.6)
- 1) El color y la intensidad luminosa de los focos de cabeza se someterán a ensayo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].
- 6.1.3.4. Luces de posición (punto 5.3.7)
- 1) El color y la intensidad luminosa de las luces de posición, así como la distribución espectral de la radiación de la luz, se someterán a ensayo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].
- 6.1.3.5. Luces de cola (punto 5.3.8)
- 1) El color y la intensidad luminosa de las luces de cola se someterán a ensayo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [20].
- 6.1.3.6. Bocina (punto 5.3.9)
- 1) Los sonidos y los niveles de presión acústica de la bocina de advertencia se medirán y verificarán con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [21].

▼ **M5**

6.1.3.7. Pantógrafo (punto 5.3.10)

- 1) Para los pantógrafos de corriente continua, la corriente máxima en parado hasta los valores límite definidos en el punto 4.2.8.2.5 se verificará en las siguientes condiciones:
 - el pantógrafo estará en contacto con dos hilos de contacto de cobre simple o con dos hilos de contacto de cobre aleado con plata que tengan una sección transversal de 100 mm² cada uno para el caso de un sistema de alimentación de 1,5 kV,
 - el pantógrafo estará en contacto con un hilo de contacto de cobre que tenga una sección transversal de 100 mm² para el caso de un sistema de alimentación de 3 kV.
- 1a) Para los pantógrafos de corriente continua, la temperatura del hilo de contacto con la corriente en parado se evaluará mediante mediciones con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [24].
- 2) Para todos los pantógrafos, la fuerza de contacto estática se verificará con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [23].
- 3) El comportamiento dinámico del pantógrafo con respecto a la captación de corriente se evaluará mediante simulación de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [41].

Las simulaciones se realizarán utilizando al menos dos tipos distintos de línea aérea de contacto; los datos para la simulación deberán corresponder a secciones de líneas que consten en el Registro de Infraestructura como conformes con la ETI [declaración CE de conformidad, o declaración de acuerdo con la Recomendación 2014/881/UE de la Comisión ⁽¹⁾] para la velocidad y el sistema de alimentación adecuados, hasta la velocidad máxima de diseño del componente de interoperabilidad «pantógrafo» propuesto.

Se admite realizar la simulación empleando tipos de línea aérea de contacto que se encuentren en proceso de certificación o declaración del componente de interoperabilidad conforme a la Recomendación 2011/622/UE de la Comisión ⁽²⁾, siempre que cumplan los otros requisitos de la ETI ENE. La calidad de la captación de corriente simulada se ajustará a lo dispuesto en el punto 4.2.8.2.9.6 en lo que se refiere a la elevación, la fuerza de contacto media y la desviación estándar para cada una de las líneas aéreas de contacto.

Si los resultados de la simulación son aceptables, se llevará a cabo un ensayo dinámico en vía utilizando una sección representativa de uno de los dos tipos de línea aérea de contacto empleados en la simulación.

Las características de interacción se medirán con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [42]. En lo que respecta a la medición de la elevación, se medirá la elevación de al menos dos brazos de atirantado.

⁽¹⁾ Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre el procedimiento para la demostración del nivel de cumplimiento con los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes (DO L 356 de 12.12.2014, p. 520).

⁽²⁾ Recomendación 2011/622/UE de la Comisión, de 20 de septiembre de 2011, sobre el procedimiento para la demostración del nivel de cumplimiento con los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes (DO L 243 de 21.9.2011, p. 23).

▼ M5

El pantógrafo sometido a ensayo se montará en un material rodante que produzca una fuerza de contacto media dentro de los límites superior e inferior establecidos en punto 4.2.8.2.9.6 hasta la velocidad de diseño del pantógrafo. Los ensayos se efectuarán en ambos sentidos de circulación.

Para los pantógrafos destinados a ser operados en sistemas de ancho de vía de 1 435 mm y 1 668 mm, los ensayos incluirán tramos de vía con línea de contacto baja (definida como una altura de entre 5,0 m y 5,3 m) y tramos de vía con línea de contacto alta (definida como una altura de entre 5,5 m y 5,75 m).

Para los pantógrafos destinados a ser operados en sistemas de ancho de vía de 1 520 mm y 1 524 mm, los ensayos incluirán tramos de vía con línea de contacto cuya altura sea de entre 6,0 m y 6,3 m.

Los ensayos se efectuarán para un mínimo de tres incrementos de velocidad hasta la velocidad de diseño del pantógrafo ensayado, inclusive.

El intervalo entre ensayos sucesivos no será superior a 50 km/h.

La calidad de la captación de corriente medida se ajustará al punto 4.2.8.2.9.6 en lo que se refiere a la elevación y, o bien a la fuerza de contacto media y la desviación estándar, o bien al porcentaje de arcos.

Si se superan todas las evaluaciones anteriores, se considerará que el diseño del pantógrafo ensayado cumple la ETI en cuanto a la calidad de la captación de corriente.

Para el uso de un pantógrafo cubierto por una declaración CE de verificación en varios diseños de material rodante, se especifican en el punto 6.2.3.20 otros ensayos complementarios requeridos a nivel de material rodante en cuanto a la calidad de corriente.

6.1.3.8. Frotadores (punto 5.3.11)

- 1) Los frotadores se verificarán con arreglo a lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [43].
- 2) Los frotadores, como partes sustituibles del arco del pantógrafo, se verificarán una vez, al mismo tiempo que los pantógrafos (véase el punto 6.1.3.7), en lo que respecta a la calidad de la captación de corriente.
- 3) En caso de emplearse un material para el cual el fabricante no tenga retorno de experiencia suficiente, el frotador debe someterse a una evaluación de la idoneidad para el uso (módulo CV; véase también el punto 6.1.6).

▼ M56.1.4. *Fases del proyecto en las que se requiere evaluación*

- 1) En el apéndice H se detalla en qué fases del proyecto deberá efectuarse una evaluación con respecto a los requisitos aplicables a los componentes de interoperabilidad:
 - a) fase de diseño y desarrollo:
 - i) análisis del diseño y/o examen de diseño,
 - ii) ensayo de tipo: ensayo para verificar el diseño, si procede según lo dispuesto en el punto 4.2 y tal como se define en este,
 - b) fase de producción: ensayo serie para verificar la conformidad de la producción.

La entidad a cargo de la evaluación de los ensayos serie se determinará según el módulo de evaluación elegido.

- 2) El apéndice H se estructura según lo dispuesto en el punto 4.2; los requisitos aplicables a los componentes de interoperabilidad y la evaluación de estos requisitos se indican en el punto 5.3 mediante referencia a determinados puntos de la sección 4.2; en los casos pertinentes se incluye también una referencia a un subpunto del punto 6.1.3 anterior.

▼ B6.1.5. *Soluciones innovadoras*

- 1) Si se propusiera una solución innovadora (definida en el artículo 10) para un componente de interoperabilidad, el fabricante o su representante autorizado en la Unión Europea aplicará el procedimiento descrito en el artículo 10.

▼ M56.1.6. *Evaluación de la idoneidad para el uso*

- 1) La evaluación de la idoneidad para el uso conforme al procedimiento de validación de tipo mediante experiencia en servicio (módulo CV) podrá formar parte del procedimiento de evaluación para los siguientes componentes de interoperabilidad:
 - ruedas (véase el punto 6.1.3.1);
 - sistema automático de cambio de ancho (véase el punto 6.1.3.1a);
 - sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (véase el punto 6.1.3.2);
 - frotadores (véase el punto 6.1.3.8).
- 2) Antes de comenzar los ensayos en servicio, se utilizará un módulo adecuado (CB o CH1) para certificar el diseño del componente.
- 3) Los ensayos en servicio se organizarán a propuesta del fabricante, quien deberá obtener el acuerdo de una empresa ferroviaria para que contribuya a tal evaluación.

▼ B**6.2. Subsistema de material rodante****6.2.1. Verificación «CE» (aspectos generales)**

- 1) Los procedimientos de verificación «CE» aplicables al subsistema de material rodante se describen en el ► **M3** artículo 15 y el anexo IV de la Directiva (UE) 2016/797 ◀.
- 2) El procedimiento de verificación «CE» de una unidad de material rodante se efectuará de acuerdo con el módulo o los módulos previstos según lo indicado en la ► **M5** punto ◀ 6.2.2 de la presente ETI.
- 3) Cuando el solicitante pida una evaluación en una primera fase que cubra la etapa de diseño o las etapas de diseño y producción, el organismo notificado de su elección expedirá la declaración de verificación intermedia (DVI) y se elaborará la declaración «CE» de conformidad intermedia del subsistema.

6.2.2. Aplicación de módulos**Módulos para la verificación «CE» de subsistemas**

Módulo SB	Examen «CE» de tipo
Módulo SD	Verificación «CE» basada en el sistema de gestión de la calidad del proceso de producción
Módulo SF	Verificación «CE» basada en la verificación de los productos
Módulo SH1	Verificación «CE» basada en un sistema de gestión de la calidad total más examen de diseño

- 1) El solicitante elegirá una de las combinaciones de módulos siguientes:

(SB+SD) o (SB+SF) o (SH1) para cada subsistema (o parte de subsistema) afectado(s).

A continuación, se realizará la evaluación conforme a la combinación de módulos elegida.

- 2) Cuando varias verificaciones «CE» (por ejemplo, con arreglo a varias ETI que traten del mismo subsistema) deban verificarse sobre la base de la misma evaluación de la producción (módulo SD o SF), está permitido combinar varias evaluaciones mediante el módulo SB con una evaluación mediante el módulo basado en la producción (SD o SF). En este caso, se expedirán certificados de verificación intermedia (CVI) para las fases de diseño y desarrollo de acuerdo con el módulo SB.
- 3) La validez del certificado de examen de tipo o de diseño se indicará con arreglo a lo dispuesto para la fase B en la ► **M5** punto ◀ 7.1.3, «Normas sobre la verificación CE» de la presente ETI.
- 4) Cuando se utilice para la evaluación un procedimiento concreto, además de los requisitos indicados en I ► **M5** el punto 4.2 ◀ de la presente ETI, este se especificará en la ► **M5** punto ◀ 6.2.3 a continuación.

▼ B

6.2.3. *Procedimientos particulares de evaluación de subsistemas*

▼ M5

6.2.3.1. Condiciones de carga y masa (punto 4.2.2.10)

- 1) La masa pesada estará medida para una condición de carga correspondiente a «masa de diseño en orden de trabajo» con la excepción de los consumibles para los cuales no haya imposición (por ejemplo, la «masa muerta» es aceptable).
- 2) Está permitido deducir las demás condiciones de carga mediante cálculos.
- 3) Cuando un vehículo sea declarado conforme con un tipo (con arreglo a los puntos 6.2.2 y 7.1.3):

— la masa total del vehículo pesada en la condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo» no superará en más de un 3 % la masa total del vehículo declarada para dicho tipo, que consta en el certificado de examen de tipo o de diseño de la verificación CE y en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12,

— complementariamente, para una unidad cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h, la masa por eje para las condiciones de carga «masa de diseño bajo carga útil normal» y «masa de explotación bajo carga útil normal» no superará en más de un 4 % la masa por eje declarada para la misma condición de carga.

▼ B

6.2.3.2. Carga por rueda (► **M5** punto ◀ 4.2.3.2.2)

- 1) La carga por rueda se medirá considerando la condición de carga «masa de diseño en orden de trabajo» (con la misma excepción que en la ► **M5** punto ◀ 6.2.3.1 anterior).

6.2.3.3. Seguridad frente al descarrilamiento en la circulación por vías alabeadas (► **M5** punto ◀ 4.2.3.4.1)

▼ M3

- 1) La demostración de la conformidad se efectuará con arreglo a uno de los métodos indicados en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [9] ◀.

▼ B

- 2) Para las unidades destinadas a utilizarse en el ancho de vía de 1 520 mm, se permiten métodos alternativos de evaluación de la conformidad.

▼ M5

6.2.3.4. Comportamiento dinámico en circulación: requisitos técnicos [punto 4.2.3.4.2, letra a)]

- 1) Para las unidades diseñadas para ser operadas en los sistemas de 1 435 mm, 1 524 mm o 1 668 mm, la demostración de la conformidad se llevará a cabo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

Los parámetros descritos en los puntos 4.2.3.4.2.1 y 4.2.3.4.2.2 se evaluarán aplicando los criterios definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

▼ M5**6.2.3.5. Evaluación de la conformidad para requisitos de seguridad**

La demostración del cumplimiento de los requisitos de seguridad indicados en el punto 4.2 se efectuará de la manera siguiente:

- 1) El alcance de esta evaluación estará estrictamente limitado al diseño del material rodante, considerando que la explotación, el ensayo y el mantenimiento se llevan a cabo de acuerdo con las normas definidas por el solicitante (descritas en el expediente técnico).

Notas:

- Cuando se definan los requisitos de ensayo y mantenimiento, el solicitante deberá tener en cuenta el nivel de seguridad que debe alcanzarse (coherencia); la demostración de su cumplimiento cubre también los requisitos de ensayo y mantenimiento.

 - No se tendrán en consideración otros subsistemas ni posibles factores humanos (errores).
- 2) Todos los supuestos considerados para el perfil de la misión estarán claramente documentados en la demostración.

 - 3) El cumplimiento de los requisitos de seguridad especificados en los puntos 4.2.3.4.2, 4.2.3.5.3, 4.2.4.2.2, 4.2.5.3.5, 4.2.5.5.8 y 4.2.5.5.9 en términos del nivel de gravedad o de las consecuencias asociados a los escenarios de fallo peligroso se demostrará mediante uno de los dos métodos siguientes:
 1. Aplicación de un criterio de aceptación de riesgos armonizado asociado a la gravedad especificada en el punto 4.2 (por ejemplo, «víctimas mortales» en el caso del frenado de emergencia).

El solicitante podrá elegir emplear este método, siempre que exista un criterio de aceptación de riesgos armonizado definido en el método común de seguridad para la evaluación del riesgo (MCS-ER).

El solicitante demostrará el cumplimiento del criterio armonizado aplicando el anexo I-3 del MCS-ER. Para la demostración podrán utilizarse los principios siguientes (y sus combinaciones): semejanza con un sistema o sistemas de referencia; aplicación de códigos prácticos; aplicación de una estimación de riesgo explícita (por ejemplo, enfoque probabilístico).

El solicitante designará el organismo que llevará a cabo la evaluación de la demostración que presente: el organismo notificado seleccionado para el subsistema de material rodante o un organismo de evaluación según se define en el MCS-ER.

▼ M5

La demostración será reconocida en todos los Estados miembros. O bien

2. Aplicación de una evaluación y una valoración del riesgo con arreglo al MCS-ER con objeto de definir el criterio de aceptación de riesgos que se utilizará, y demostrar el cumplimiento de este criterio.

El solicitante podrá elegir emplear este método en cualquier caso.

El solicitante designará el organismo de evaluación que llevará a cabo la evaluación de la demostración que presente, según lo definido en el MCS-ER.

Se aportará un informe de evaluación de la seguridad con arreglo a los requisitos definidos en el MCS-ER y sus modificaciones.

El informe de evaluación de la seguridad será tenido en cuenta por la entidad responsable de la autorización, de conformidad con el punto 2.5.6 del anexo I y el artículo 15, apartado 2, del MCS-ER.

- 4) Para cada punto de la ETI enumerado en el punto 3 anterior, los documentos pertinentes que acompañan la declaración CE de verificación (por ejemplo, el certificado CE expedido por el organismo notificado o el informe de evaluación de la seguridad) deberán mencionar de manera explícita el «método utilizado» («1» o «2»); de utilizarse el método «2», también mencionarán el «criterio de aceptación de riesgos utilizado».

▼ B

6.2.3.6. Valores de diseño de los perfiles de las ruedas nuevas (► **M5** punto ◀ 4.2.3.4.3.1)

- 1) Para las unidades destinadas a utilizarse en el ancho de vía de 1 435 mm, el perfil de rueda y la distancia entre las caras activas de pestaña ► **M5** (dimensión SR en la figura 1, punto 4.2.3.5.2.1) ◀ se seleccionarán de manera que se asegure que el límite de la conicidad equivalente, fijado a continuación en el cuadro 11, no se supere cuando el eje montado diseñado se combine con cada una de las muestras de parámetros de vía según lo especificado en el cuadro 12.

▼ M3

La evaluación de la conicidad equivalente se establece en la especificación mencionada en el apéndice J-1, ► **M5** índice [9] ◀.

▼ B

Cuadro 11

Valores límite de diseño de conicidad equivalente

Velocidad máxima de servicio del vehículo (km/h)	Valores límite de conicidad equivalente	Condiciones de ensayo (véase el cuadro 12)
≤ 60	No aplica	No aplica
> 60 y < 190	0,30	Todas
≥ 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, 3, 5 y 6
> 300	0,10	1 y 3

▼ B

Cuadro 12

Condiciones de ensayo de la vía para una conicidad equivalente representativa de la red. Todos los tramos de carril definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [44] ◀

Número de la condición de ensayo	Perfil de la cabeza del carril	Inclinación del carril	Ancho de vía
1	tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 435 mm
2	tramo de carril 60 E 1	1 en 40	1 435 mm
3	tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 437 mm
4	tramo de carril 60 E 1	1 en 40	1 437 mm
5	tramo de carril 60 E 2	1 en 40	1 435 mm
6	tramo de carril 60 E 2	1 en 40	1 437 mm
7	Tramo de carril 54 E1	1 en 20	1 435 mm
8	Tramo de carril 54 E1	1 en 40	1 435 mm
9	Tramo de carril 54 E1	1 en 20	1 437 mm
10	Tramo de carril 54 E1	1 en 40	1 437 mm

Se considera que los ejes montados con perfiles S1002 o GV 1/40 sin desgastar, según se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [45] ◀, con una separación de las caras activas de entre 1 420 mm y 1 426 mm, cumplen los requisitos de la presente ► M5 punto ◀.

- 2) Para las unidades destinadas a utilizarse en el ancho de vía de 1 524 mm, el perfil de rueda y la distancia entre las caras activas de pestaña se seleccionarán con los siguientes valores de partida:

Cuadro 13

Valores límite de diseño de conicidad equivalente

Velocidad máxima de servicio del vehículo (km/h)	Valores límite de conicidad equivalente	Condiciones de ensayo (véase el cuadro 14)
≤ 60	No aplica	No aplica
> 60 y ≤ 190	0,30	1, 2, 3, 4, 5 y 6
> 190 y ≤ 230	0,25	1, 2, 3 y 4
> 230 y ≤ 280	0,20	1, 2, 3 y 4
> 280 y ≤ 300	0,10	3, 4, 7 y 8
>300	0,10	7 y 8

▼B

Cuadro 14

Condiciones de ensayo de la vía para una conicidad equivalente. Todos los tramos de carril definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►M5 índice [44] ◀

Número de la condición de ensayo	Perfil de la cabeza del carril	Inclinación del carril	Ancho de vía
1	Tramo de carril 60 E 1	1 en 40	1 524 mm
2	Tramo de carril 60 E 1	1 en 40	1 526 mm
3	Tramo de carril 60 E 2	1 en 40	1 524 mm
4	Tramo de carril 60 E 2	1 en 40	1 526 mm
5	Tramo de carril 54 E1	1 en 40	1 524 mm
6	Tramo de carril 54 E1	1 en 40	1 526 mm
7	Tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 524 mm
8	Tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 526 mm

Se considera que los ejes montados con perfiles S1002 o GV 1/40 sin desgastar, según se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►M5 índice [45] ◀, con una separación de las caras activas de 1 510, cumplen los requisitos de la presente ►M5 punto ◀.

- 3) Para las unidades diseñadas para utilizarse en el ancho de vía de 1 668 mm, no se superarán los límites de la conicidad equivalente establecidos en el cuadro 15 cuando el eje montado diseñado se modele pasando por encima de la muestra representativa de las condiciones de ensayo de la vía especificadas en el cuadro 16.

Cuadro 15

Valores límite de diseño de conicidad equivalente

Velocidad máxima de servicio del vehículo (km/h)	Valores límite de conicidad equivalente	Condiciones de ensayo (véase el cuadro 16)
≤ 60	No aplica	No aplica
> 60 y < 190	0,30	Todas
≥ 190 y ≤ 230	0,25	1 y 2
> 230 y ≤ 280	0,20	1 y 2
> 280 y ≤ 300	0,10	1 y 2
> 300	0,10	1 y 2

Cuadro 16

Condiciones de ensayo de la vía para una conicidad equivalente. Todos los tramos de carril definidos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ►M5 índice [44] ◀

Número de la condición de ensayo	Perfil de la cabeza del carril	Inclinación del carril	Ancho de vía
1	Tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 668 mm
2	Tramo de carril 60 E 1	1 en 20	1 670 mm
3	Tramo de carril 54 E1	1 en 20	1 668 mm
4	Tramo de carril 54 E1	1 en 20	1 670 mm

▼ B

Se considera que los ejes montados con perfiles S1002 o GV 1/40 sin desgastar, según se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [45] ◀, con una separación de las caras activas de entre 1 653 mm y 1 659 mm, cumplen los requisitos de la presente ► M5 punto ◀.

6.2.3.7. Características mecánicas y geométricas de los ejes montados (► M5 punto ◀ 4.2.3.5.2.1)

Ejes montados:

- 1) La demostración del cumplimiento de las prescripciones del montaje se basará en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [46] ◀, la cual define los valores límite para el esfuerzo axial, y en los ensayos de verificación correspondientes.

Ejes:

▼ M5

- 2) La demostración del cumplimiento de las prescripciones sobre resistencia mecánica y características de fatiga del eje se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [47].

Los criterios de decisión para el esfuerzo permisible se especifican en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [47].

▼ B

- 3) El escenario de las condiciones de carga para los cálculos deberá indicarse de manera explícita en la documentación técnica definida en la ► M5 punto ◀ 4.2.12 de la presente ETI.

Verificación de los ejes:

- 4) Deberá existir un procedimiento de verificación en la fase de producción que asegure que no haya ningún defecto que disminuya el nivel de seguridad como consecuencia de un cambio en las características mecánicas de los ejes.
- 5) Se verificarán la resistencia a tracción del material del eje, la resistencia al impacto, la integridad de la superficie, las características del material y la limpieza del material.

El procedimiento de verificación especificará el lote de muestra utilizado para cada característica que deba verificarse.

Cajas de grasa/rodamientos del eje:

- 6) La demostración del cumplimiento de las prescripciones sobre resistencia mecánica y características de fatiga del rodamiento se ajustará a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [48] ◀.
- 7) Otro método de evaluación de la conformidad aplicable a los ejes montados, los ejes y las ruedas cuando las normas EN no cubran la solución técnica propuesta:

▼ B

Será permisible utilizar otras normas cuando las normas EN no cubran la solución técnica propuesta; en tal caso, el organismo notificado verificará que las normas alternativas formen parte de un conjunto técnicamente consistente de normas aplicables al diseño, la construcción y el ensayo de los ejes montados que contenga requisitos específicos con respecto al eje montado, las ruedas, los ejes y los rodamientos del eje, que cubran:

- el montaje de los ejes montados,
- la resistencia mecánica,
- las características de fatiga,
- los límites de esfuerzo permisibles,
- las características termomecánicas.

La demostración mencionada solo podrá referirse a normas que se encuentren disponibles públicamente.

▼ M4

La verificación efectuada por el organismo notificado garantizará la coherencia entre la metodología de las normas alternativas, las hipótesis del solicitante, la solución técnica prevista y el área de uso prevista.

▼ B

- 8) Caso particular de ejes montados, ejes y cajas de grasa/rodamientos del eje fabricados conforme a un diseño existente:

En el caso de productos fabricados conforme a un diseño desarrollado y utilizado previamente para comercializar productos antes de la entrada en vigor de las ETI pertinentes aplicables a dichos productos, el solicitante podrá desviarse del procedimiento de evaluación de la conformidad descrito anteriormente, y demostrará la conformidad con los requisitos de la presente ETI, refiriéndose a la revisión del diseño y al examen de tipo efectuados para solicitudes previas en condiciones comparables; esta demostración deberá documentarse y se considerará que tiene la misma fuerza probatoria que el módulo SB o el examen de diseño conforme al módulo SH1.

▼ M3

6.2.3.7a

Sistema automático de cambio de ancho

- 1) El análisis de la seguridad exigido en la ► **M5** punto ◀ 4.2.3.5.3, punto 5, y realizado a nivel de CI, será consolidado a nivel de unidad (vehículo); en concreto, podrá ser necesario revisar las suposiciones hechas de acuerdo con la ► **M5** punto ◀ 6.1.3.1a, punto 3, a fin de tener en cuenta el vehículo y su perfil de operación.
- 2) La evaluación de la integración del CI dentro del órgano de rodadura/unidad y la compatibilidad técnica con la instalación de cambio del ancho consistirá en:
 - verificar el cumplimiento del área de uso definido en el punto 1 de la ► **M5** punto ◀ 5.3.4a.
 - verificar la correcta integración del CI dentro del órgano de rodadura/unidad, incluido el correcto funcionamiento de su sistema de monitorización/control a bordo (si procede);
 - realizar ensayos en vía, incluidas pruebas en las instalaciones de cambio del ancho de vía, representativas de las condiciones en servicio

▼ B6.2.3.8. Frenado de emergencia (► M5 punto ◀ 4.2.4.5.2)

- 1) La prestación de frenado sujeta a ensayo es la distancia de parada definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► M5 índice [66] ◀. La deceleración se evalúa a partir de la distancia de parada.
- 2) Los ensayos se efectuarán sobre carriles secos a las velocidades iniciales siguientes (si son inferiores a la velocidad máxima de diseño): 30 km/h; 100 km/h; 120 km/h; 140 km/h; 160 km/h; 200 km/h; en escalones no superiores a 40 km/h a partir de 200 km/h hasta la velocidad máxima de diseño de la unidad.

▼ M5

- 3) Se efectuarán ensayos para las condiciones de carga de la unidad «masa de diseño en orden de trabajo», «masa de diseño bajo carga útil normal» y «carga de frenado máxima» (definidas en los puntos 4.2.2.10 y 4.2.4.5.2).

▼ B

Cuando dos de las condiciones de carga anteriores den lugar a condiciones similares de ensayo del freno conforme a las normas EN o a los documentos normativos pertinentes, podrá reducirse el número de condiciones de ensayo de tres a dos.

- 4) Los resultados de los ensayos se evaluarán mediante una metodología que tenga en cuenta los aspectos siguientes:

— corrección de los datos en bruto,

— repetitividad del ensayo: a fin de validar el resultado de un ensayo, dicho ensayo se repetirá varias veces; se evaluarán la diferencia absoluta entre los resultados y la desviación estándar.

▼ M5

6.2.3.9. Frenado de servicio (punto 4.2.4.5.3)

- 1) La prestación del frenado de servicio máximo sujeta a ensayo es la distancia de parada definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [66]. La deceleración se evalúa a partir de la distancia de parada.
- 2) Los ensayos se efectuarán sobre carril seco a una velocidad inicial igual a la velocidad máxima de diseño de la unidad, siendo la condición de carga de la unidad una de las definidas en el punto 4.2.4.5.2.
- 3) Los resultados de los ensayos se evaluarán mediante una metodología que tenga en cuenta los aspectos siguientes:

— la corrección de los datos en bruto,

— la repetitividad del ensayo: a fin de validar el resultado de un ensayo, dicho ensayo se repetirá varias veces; se evaluarán la diferencia absoluta entre los resultados y la desviación estándar.

▼B6.2.3.10. Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (► **M5** punto ◀ 4.2.4.6.2)

- 1) Si una unidad está equipada con un sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (WSP), se efectuará un ensayo de la unidad en condiciones de baja adherencia con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [15] ◀, a fin de validar las prestaciones del sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (longitud máxima de la distancia de parada en comparación con la distancia de parada sobre carril seco) cuando esté integrado en la unidad.

6.2.3.11. Sistemas sanitarios (► **M5** punto ◀ 4.2.5.1)

- 1) En caso de que el sistema sanitario permita la descarga de fluidos al medio ambiente (por ejemplo, a las vías), la evaluación de la conformidad podrá basarse en ensayos en servicio anteriores cuando se cumplan las condiciones siguientes:

— los resultados de los ensayos en servicio se obtuvieron en tipos de equipo cuyo método de tratamiento sea idéntico,

— las condiciones de ensayo sean semejantes a las que puedan suponerse para la unidad objeto de evaluación en lo que respecta a volúmenes de carga, condiciones ambientales y todos los demás parámetros que influyan en la eficiencia y la eficacia del proceso de tratamiento.

Cuando se carezca de resultados de ensayos en servicio apropiados, se efectuarán ensayos de tipo.

6.2.3.12. Calidad del aire interno (► **M5** puntos ◀ 4.2.5.8 y 4.2.9.1.7)

- 1) Se permite que la evaluación de la conformidad de los niveles de CO₂ se establezca mediante el cálculo de los volúmenes de ventilación de aire fresco suponiendo una calidad del aire exterior de 400 ppm de CO₂ y una emisión de 32 gramos de CO₂ por viajero y hora. El número de viajeros que debe tenerse en cuenta se obtendrá a partir de la ocupación en la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil normal», según estipula la ► **M5** punto ◀ 4.2.2.10 de la presente ETI.

▼M5

6.2.3.13. Efecto estela en los viajeros situados en el andén y en los trabajadores situados junto a la vía (punto 4.2.6.2.1)

- 1) La demostración de la conformidad con el valor límite de velocidad máxima admisible del aire en la vía establecida en el punto 4.2.6.2.1 deberá realizarse sobre la base de ensayos a escala real sobre vía recta, de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49].

▼ M5

- 2) En lugar de la evaluación completa descrita anteriormente, está permitido llevar a cabo una evaluación simplificada para el material rodante con diseño similar al del material rodante para el que se ha realizado la evaluación completa descrita en la presente ETI. En estos casos, la evaluación simplificada de la conformidad descrita en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49], podrá aplicarse siempre que las diferencias en el diseño permanezcan dentro de los límites definidos en dicha especificación.
- 6.2.3.14. Pulso de presión por paso de la cabeza del tren (punto 4.2.6.2.2)
- 1) Se evaluará la conformidad sobre la base de ensayos a escala real en las condiciones indicadas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49]. Alternativamente, la conformidad podrá evaluarse o bien mediante simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD, por su sigla en inglés) validadas o bien mediante ensayos sobre maquetas en movimiento, según lo dispuesto en la citada especificación.
 - 2) En lugar de la evaluación completa descrita anteriormente, está permitido llevar a cabo una evaluación simplificada para el material rodante con diseño similar al del material rodante para el que se ha realizado la evaluación completa descrita en la presente ETI. En estos casos, la evaluación simplificada de la conformidad descrita en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [49], podrá aplicarse siempre que las diferencias en el diseño permanezcan dentro de los límites definidos en dicha especificación.
- 6.2.3.15. Variaciones máximas de presión en los túneles (punto 4.2.6.2.3)
- El procedimiento de evaluación de la conformidad se describe en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [50].
- 6.2.3.16. Viento transversal (punto 4.2.6.2.4)
- 1) En el punto 4.2.6.2.4 se especifica detalladamente la evaluación de la conformidad.
- 6.2.3.17. Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia (punto 4.2.7.2.2)
- 1) Los niveles de presión acústica de la bocina de advertencia se medirán y verificarán con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [21].
- 6.2.3.18. Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto (punto 4.2.8.2.4)
- 1) La evaluación de la conformidad se llevará a cabo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].
- 6.2.3.19. Factor de potencia (punto 4.2.8.2.6)
- 1) La evaluación de la conformidad se llevará a cabo conforme a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [22].

▼ M5**6.2.3.19a. Sistema embarcado de medición de energía (punto 4.2.8.2.8)****1) Función de medición de energía (FME)**

La precisión de cada dispositivo que desempeñe una o varias funciones de FME se evaluará sometiendo a ensayo cada función, en condiciones de referencia, mediante el método pertinente conforme a lo descrito en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56]. El rango de la magnitud de entrada y el factor de potencia durante los ensayos se corresponderán con los valores establecidos en la citada especificación.

Los efectos de la temperatura en la precisión de cada dispositivo que desempeñe una o varias funciones de FME se evaluarán sometiendo a ensayo cada función, en condiciones de referencia (salvo en lo referente a la temperatura), mediante el método pertinente conforme a lo descrito en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56].

El coeficiente de temperatura media de cada dispositivo que desempeñe una o varias funciones de FME se evaluará sometiendo a ensayo cada función, en condiciones de referencia (salvo en lo referente a la temperatura), mediante el método pertinente conforme a lo descrito en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56].

En los casos en que se aplique el punto 4.2.8.2.8.2, punto 6, la conformidad de los componentes existentes con dicho punto podrá evaluarse con arreglo a una norma distinta de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [56], o con arreglo a una versión anterior de dicha especificación.

2) Sistema de tratamiento de datos (STD)

La compilación y el tratamiento de datos en el STD se evaluarán mediante ensayos utilizando el método descrito en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [55].

3) Sistema embarcado de medición de energía (SME)

El SME se evaluará mediante ensayos con arreglo a lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [59].

6.2.3.20. Comportamiento dinámico de la captación de corriente (punto 4.2.8.2.9.6)

1) Cuando se integren pantógrafos, cubiertos por una declaración CE de conformidad o de idoneidad para el uso como componente de interoperabilidad (CI), en una unidad de material rodante que se evalúe con arreglo al punto 4.2.8.2.9.6, se efectuarán ensayos dinámicos a fin de medir la elevación y, o bien la fuerza de contacto media y la desviación estándar, o bien el porcentaje de arcos, con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [42], hasta la velocidad de diseño de la unidad.

2) Para una unidad diseñada para ser operada en sistemas de ancho de vía de 1 435 mm y 1 668 mm, los ensayos, para cada pantógrafo instalado, se efectuarán en ambos sentidos de circulación e incluirán tramos de vía con línea de contacto baja (definida como una altura de entre 5,0 m y 5,3 m) y tramos de vía con línea de contacto alta (definida como una altura de entre 5,5 m y 5,75 m).

▼ M5

Para unidades diseñadas para ser operadas en sistemas de anchos de vía de 1 520 mm y 1 524 mm, los ensayos incluirán tramos de vía con línea de contacto cuya altura sea de entre 6,0 m y 6,3 m.

- 3) Los ensayos se efectuarán para un mínimo de tres incrementos de velocidad hasta la velocidad máxima de diseño de la unidad, inclusive. El intervalo entre ensayos sucesivos no será superior a 50 km/h.
- 4) Durante el ensayo, la fuerza de contacto estática se ajustará para cada sistema particular de alimentación eléctrica dentro del intervalo, tal como se especifica en el punto 4.2.8.2.9.5.
- 5) Los resultados medidos se ajustarán al punto 4.2.8.2.9.6 en lo que se refiere a la elevación y, o bien la fuerza de contacto media y la desviación estándar, o bien el porcentaje de arcos. En lo que respecta a la medición de la elevación, se medirá la elevación de al menos dos brazos de atirantado.

6.2.3.21. Disposición de los pantógrafos (punto 4.2.8.2.9.7)

- 1) Las características relativas al comportamiento dinámico de la captación de corriente se verificarán según lo especificado en el punto 6.2.3.20 anterior.
- 2) Los pantógrafos con peores prestaciones deben someterse a ensayos en lo que respecta a la elevación máxima y en lo que respecta a la desviación estándar máxima o la producción de arcos. Las disposiciones que contengan los pantógrafos con peores prestaciones se determinarán mediante simulaciones o mediciones, según se indica en el apéndice J-1, índices [41] y [42].

▼ B

6.2.3.22. Parabrisas (► **M5** punto ◀ 4.2.9.2)

- 1) Las características del parabrisas se verificarán con arreglo a lo indicado en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, ► **M5** índice [28] ◀.

6.2.3.23. Sistemas de detección de incendios (► **M5** punto ◀ 4.2.10.3.2)

- 1) Se considerará que ► **M5** se cumple el punto 4.2.10.3.2, punto 1, ◀ si se verifica que el material rodante va equipado con un sistema de detección de incendios en las siguientes zonas:
 - compartimento 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 y compartimentos dormitorio, incluidos los compartimentos del personal y sus pasillos y equipos contiguos de calefacción por combustión.

6.2.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación

- 1) En el apéndice H de la presente ETI se detalla en qué fase del proyecto se realizará una evaluación:
 - fase de diseño y desarrollo:
 - revisión de diseño o examen de diseño,
 - ensayo de tipo: ensayo para verificar el diseño, si procede según lo dispuesto en la sección 4.2 y tal como se define en esta;

▼ B

— fase de producción: ensayo serie para verificar la conformidad de la producción.

La entidad a cargo de la evaluación de los ensayos serie se determinará según el módulo de evaluación elegido.

- 2) El apéndice H se estructura conforme a la ► **M5** punto 4.2 ◀, que define los requisitos aplicables al subsistema material rodante y su evaluación; cuando procede, se da también la referencia a una sub ► **M5** punto ◀ de la ► **M5** punto ◀ 6.2.2.2 anterior.

En particular, cuando se identifique un ensayo de tipo en el apéndice H, se tendrá en cuenta la ► **M5** punto 4.2 ◀ respecto a las condiciones y los requisitos de este ensayo.

- 3) Cuando varias verificaciones «CE» (por ejemplo, con arreglo a varias ETI que traten del mismo subsistema) deban verificarse sobre la base de la misma evaluación de la producción (módulo SD o SF), está permitido combinar varias evaluaciones mediante el módulo SB con una evaluación mediante el módulo basado en la producción (SD o SF). En este caso, se expedirán certificados de verificación intermedia (CVI) para las fases de diseño y desarrollo de acuerdo con el módulo SB.
- 4) Si se utiliza el módulo SB, se indicará la validez de la declaración «CE» de conformidad intermedia del subsistema con arreglo a lo dispuesto para la fase B en la ► **M5** punto ◀ 7.1.3, «Normas sobre la verificación CE», de la presente ETI.

▼ M56.2.5. *Soluciones innovadoras*

- 1) Si se propusiera una solución innovadora (según se define en el artículo 10) para el subsistema de material rodante, el solicitante aplicará el procedimiento descrito en el artículo 10.

6.2.6. *Evaluación de la documentación solicitada para la explotación y el mantenimiento*

En virtud del artículo 15, apartado 4, de la Directiva (UE) 2016/797, el solicitante es el responsable de elaborar el expediente técnico que contenga la documentación solicitada para la explotación y el mantenimiento.

6.2.7. *Evaluación de las unidades destinadas a utilizarse en explotación general*

- 1) Cuando una unidad nueva, rehabilitada o renovada destinada a utilizarse en explotación general esté sujeta a evaluación conforme a la presente ETI (con arreglo al punto 4.1.2), algunos de los requisitos de la ETI requerirán de un tren de referencia para su evaluación. Esto se menciona en las disposiciones pertinentes del punto 4.2. De la misma manera, algunos de los requisitos de la ETI a nivel de tren no podrán evaluarse a nivel de unidad; estos casos se describen en el punto 4.2 para los requisitos pertinentes.
- 2) El área de uso, en términos del tipo de material rodante que, acoplado a la unidad que debe evaluarse, asegura que el tren cumple la ETI, no será verificado por el organismo notificado.
- 3) Después de que dicha unidad haya recibido la autorización de puesta en servicio, su uso en una formación de tren (tanto si cumple la ETI como si no) será responsabilidad de la empresa ferroviaria, de acuerdo con las normas definidas en el punto 4.2.2.5 de la ETI OPE (composición de tren).

▼ **M5**6.2.8. *Evaluación de las unidades destinadas a utilizarse en formaciones predefinidas*

- 1) Cuando una unidad nueva, rehabilitada o renovada destinada a formar parte de formaciones predefinidas esté sujeta a evaluación (con arreglo al punto 4.1.2), deberán indicarse en el certificado CE de verificación las formaciones para las cuales es válida la evaluación: el tipo de material rodante acoplado a la unidad que debe evaluarse, el número de vehículos de las formaciones y la disposición de los vehículos en las formaciones que asegurarán que la formación de tren sea conforme con lo dispuesto en la presente ETI.
- 2) Los requisitos de la ETI a nivel de tren se evaluarán utilizando una formación de tren de referencia cuando y como se especifique en la presente ETI.
- 3) Después de que dicha unidad haya recibido la autorización de puesta en servicio, podrá acoplarse a otras unidades para constituir las formaciones mencionadas en el certificado CE de verificación.

▼ **B**6.2.9. *Caso particular: evaluación de las unidades destinadas a una formación fija existente*6.2.9.1. *Contexto*

- 1) Este caso particular de evaluación se aplica en caso de sustitución de una parte de una formación fija que ya se haya puesto en servicio.

A continuación se describen dos casos, según la situación de la formación fija respecto a la ETI.

En el texto siguiente, la parte de la formación fija sujeta a la evaluación se denomina «unidad».

6.2.9.2. *Caso de una formación fija que cumple la ETI*

- 1) Cuando una unidad nueva, rehabilitada o renovada destinada a incluirse en una formación fija ya existente esté sujeta a evaluación conforme a la presente ETI, y se disponga de un certificado «CE» de verificación válido para la formación fija ya existente, se requerirá una evaluación conforme a la ETI solamente para la parte nueva de la formación fija a fin de actualizar el certificado de la formación fija existente, que se considerará renovada ► **M5** (véase también el punto 7.1.2.2) ◀.

6.2.9.3. *Caso de una formación fija que no cumple la ETI*

- 1) Cuando una unidad nueva, rehabilitada o renovada destinada a incluirse en una formación fija ya existente esté sujeta a evaluación conforme a la presente ETI, y no se disponga de un certificado «CE» de verificación válido para la formación fija ya existente, el certificado «CE» de verificación indicará que la evaluación no cubre los requisitos de la ETI aplicables a la formación fija existente, sino solo a la unidad evaluada.

▼ **M5**6.2.10. *Verificación CE cuando el ETCS se instale a bordo de un material rodante / tipo de material rodante*

- 1) Este caso se aplica cuando el ETCS embarcado se instale en:
 - nuevos diseños de vehículos que requieran una primera autorización según se define en el artículo 14 del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 de la Comisión ⁽¹⁾,
 - todos los demás tipos de vehículos y materiales rodantes en explotación.

La conformidad del material rodante con los requisitos de las funciones de interfaz del tren de cada parámetro básico que se refiera al apéndice A, cuadro A.2, índice 7, de la ETI CMS (véanse las columnas 1 y 2 del cuadro 9) únicamente podrá evaluarse cuando se instale el ETCS.

- 2) La evaluación de las funciones de interfaz para la instalación del ETCS en el vehículo forma parte de la verificación CE relativa al subsistema de control-mando y señalización a bordo de conformidad con el punto 6.3.3 de la ETI CMS.

Nota: Otros requisitos definidos en la presente ETI aplicables al material rodante forman parte de la verificación CE relativa al subsistema de material rodante.

6.2.11. *Verificación CE relativa al material rodante / tipo de material rodante cuando se instale la ATO a bordo*

- 1) Este punto se aplica a las unidades equipadas con ETCS embarcado y que se prevea equipar con Operación Automatizada de Trenes a bordo hasta el grado de automatización 2.
- 2) La conformidad del material rodante con los requisitos de interfaz especificados en el apéndice A, cuadro A.2, índices 84 y 88, de la ETI CMS únicamente podrá evaluarse cuando se instale la ATO.
- 3) La evaluación de los requisitos de interfaz para la integración de la ATO a bordo en el vehículo forma parte de la verificación CE relativa al subsistema de control-mando y señalización a bordo de conformidad con el punto 6.3.3 de la ETI CMS.

6.3. **Mantenimiento de subsistemas que incluyan componentes de interoperabilidad que no dispongan de una declaración CE**

- 1) En el caso de los subsistemas que dispongan de un certificado CE de verificación y que incorporen componentes de interoperabilidad no cubiertos por una declaración CE de conformidad o de idoneidad para el uso, está permitido utilizar componentes de interoperabilidad que no dispongan de una declaración CE de conformidad o de idoneidad para el uso y que sean del mismo tipo como componentes para sustituciones relacionadas con el mantenimiento (piezas de recambio) del subsistema, bajo la responsabilidad de la entidad encargada del mantenimiento.
- 2) En cualquier caso, la entidad encargada del mantenimiento deberá asegurarse de que los componentes utilizados para sustituciones relacionadas con el mantenimiento sean adecuados para sus aplicaciones, se empleen dentro de su área de uso y permitan lograr la interoperabilidad dentro del sistema ferroviario cumpliendo al mismo tiempo los requisitos esenciales. Tales componentes deben permitir su trazabilidad y estar certificados de acuerdo con alguna norma nacional o internacional, o con algún código práctico que esté ampliamente reconocido en el ámbito ferroviario.
- 3) Los puntos 1 y 2 anteriores son aplicables hasta que los componentes en cuestión formen parte de una rehabilitación o una renovación del subsistema con arreglo al punto 7.1.2.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 de la Comisión, de 4 de abril de 2018, por el que se establecen las disposiciones prácticas relativas a la autorización de vehículos ferroviarios y al proceso de autorización de tipo de vehículos ferroviarios con arreglo a la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 90 de 6.4.2018, p. 66).

▼B

7. APLICACIÓN

▼M5

7.1. Normas generales de aplicación

7.1.1. Aspectos generales

7.1.1.1. Aplicación a material rodante de nueva construcción

- 1) La presente ETI es aplicable a todas las unidades de material rodante que pertenezcan a su ámbito de aplicación y se pongan en el mercado después de la fecha de aplicación establecida en el artículo 12, excepto cuando se apliquen el punto 7.1.1.2, «Aplicación a los proyectos en curso», o el punto 7.1.1.3, «Aplicación a vehículos especiales, tales como material rodante auxiliar», que figuran a continuación.
- 2) La conformidad con el presente anexo en su versión aplicable antes del 28 de septiembre de 2023 se considera equivalente a la conformidad con la presente ETI, excepto en lo que se refiere a los cambios que figuran en el apéndice L.

7.1.1.2. Aplicación a proyectos en curso

- 1) La aplicación de la versión de la presente ETI aplicable a partir del 28 de septiembre de 2023 no es obligatoria para los proyectos que, en esa fecha, se encuentren en la fase A o en la fase B según lo dispuesto en el punto 7.1.3.1 de la «ETI anterior» [es decir, el presente Reglamento, en su versión modificada por el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/387 de la Comisión ⁽¹⁾].
- 2) Sin perjuicio de lo dispuesto en el apéndice L, cuadro L.2, es posible aplicar de forma voluntaria los requisitos de los capítulos 4, 5 y 6 a los proyectos mencionados en el punto 1.
- 3) Si el solicitante opta por no aplicar la presente versión de la ETI a un proyecto en curso, sigue siendo de aplicación la versión de la presente ETI aplicable al inicio de la fase A de conformidad con el punto 1.

7.1.1.3. Aplicación a vehículos especiales

- 1) La aplicación de la presente ETI y de la ETI de ruido a los vehículos especiales en modo de circulación (según lo dispuesto en los puntos 2.2 y 2.3) es obligatoria si el área de uso incluye más de un Estado miembro.
- 2) La aplicación de la presente ETI y de la ETI de ruido a los vehículos especiales en modo de circulación distintos de los mencionados en el punto 1 no es obligatoria.
 - a) Si no existen normas nacionales distintas de la presente ETI o de la ETI de ruido, el solicitante utilizará el procedimiento de evaluación de la conformidad descrito en el punto 6.2.1 para establecer una declaración CE de verificación con respecto a la presente ETI; esta declaración CE de conformidad será reconocida como tal por los Estados miembros.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2020/387 de la Comisión, de 9 de marzo de 2020, por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 321/2013, (UE) n.º 1302/2014 y (UE) 2016/919 en lo que se refiere a la ampliación del área de uso y de los períodos transitorios (DO L 73 de 10.3.2020, p. 6).

▼ M5

- b) En caso de que existan normas nacionales distintas de la presente ETI o de la ETI de ruido y el solicitante opte por no aplicar la ETI correspondiente con respecto a los parámetros básicos pertinentes de cada una de ellas, el vehículo especial podrá autorizarse con arreglo al artículo 21 de la Directiva (UE) 2016/797 conforme a las normas nacionales con respecto a los parámetros básicos seleccionados.
- 3) Cuando se aplique el punto 2, letra b), la evaluación del nivel de ruido interior de la cabina de conducción (véase el punto 4.2.4 de la ETI de ruido) es obligatoria para todos los vehículos especiales.
- 7.1.1.4. **Medida transitoria para el requisito de seguridad contra incendios**
- Durante un período transitorio que finalizará el 1 de enero de 2026, se permitirá, como alternativa a los requisitos de los materiales especificados en el punto 4.2.10.2.1, aplicar la verificación de la conformidad a los requisitos de los materiales de seguridad contra incendios utilizando la categoría de explotación apropiada de la norma EN 45545-2:2013+A1:2015.
- 7.1.1.5. **Condiciones para disponer de una autorización de tipo de vehículo y/o una autorización de puesta en el mercado de coches de viajeros que no estén limitadas a un área de uso concreta**
- 1) El presente punto se aplica a los coches de viajeros y otros coches relacionados con estos, tal como se definen en el punto 2.2.2, letra A), punto 3, excluidos los equipados con cabina de conducción.
- 2) Las condiciones para disponer de una autorización de tipo de vehículo y/o una autorización de puesta en el mercado que no estén limitadas a un área de uso concreta se especifican en los puntos 7.1.1.5.1 y 7.1.1.5.2 como requisitos adicionales que deben formar parte de la verificación CE del subsistema de material rodante. Estas condiciones se considerarán complementarias a los requisitos de la presente ETI, de la ETI de personas con movilidad reducida y de la ETI de ruido y se cumplirán en su totalidad.
- 3) El cumplimiento del conjunto de condiciones especificadas en el punto 7.1.1.5.1 es obligatorio. En ese punto figuran las condiciones aplicables a los coches destinados a utilizarse en formaciones predefinidas.
- 4) El cumplimiento del conjunto de condiciones especificadas en el punto 7.1.1.5.2 es opcional. En ese punto figuran las condiciones adicionales aplicables a los coches destinados a utilizarse en explotación general.
- 7.1.1.5.1. **Condiciones aplicables a los coches destinados a utilizarse en formaciones predefinidas**
- 1) El vehículo deberá corresponder a una unidad (tal como se define en la presente ETI) compuesta únicamente por un subsistema de material rodante sin CMS instalado a bordo.
- 2) Es una unidad sin tracción.
- 3) La unidad estará diseñada para ser operada en al menos uno de los siguientes anchos de vía:
- a) 1 435 mm,
- b) 1 668 mm.

▼ M5

- 4) La unidad estará equipada con ruedas forjadas y laminadas evaluadas de conformidad con el punto 6.1.3.1.
- 5) La unidad estará equipada con ruedas con un diámetro mínimo de rueda superior a 760 mm.
- 6) La unidad será compatible con la inclinación de carril siguiente: 1/20, 1/30 y 1/40. La no compatibilidad con una o varias inclinaciones de carril excluirá las redes afectadas del área de uso.
- 7) La unidad será declarada conforme con uno de los siguientes perfiles de referencia: G1, GA, GB, GC o DE3, incluidos los utilizados para las partes inferiores GI1, GI2 o GI3.
- 8) La velocidad máxima de la unidad será inferior a 250 km/h.
- 9) Las unidades de la categoría B a que se refiere el punto 4.1.4 estarán equipadas con tabiques de sección transversal completa de conformidad con el punto 4.2.10.3.4, punto 3, a excepción de los coches cama que estarán equipados con otros sistemas de contención y control de incendios de conformidad con el punto 4.2.10.3.4, punto 4.
- 10) Si la unidad está equipada con lubricadores de pestaña, deberá ser posible activarlos/desactivarlos de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A].
- 11) Si la unidad está equipada con freno de Foucault, deberá ser posible activarlo/desactivarlo de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A].
- 12) Si la unidad está equipada con freno de vía magnéticos, deberá ser posible activarlo/desactivarlo de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A].
- 13) Las unidades equipadas con un sistema de freno EN-UIC se someterán a ensayo de acuerdo con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [71].
- 14) Si la unidad está destinada a ser operada en tráfico mixto en túneles, se considerarán cargas aerodinámicas más elevadas de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [50].
- 15) La unidad será conforme con la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A].
- 16) En la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2, punto 26, se registrarán las características de la unidad siguientes:
 - a) Tensiones de la línea de suministro de energía monopolar aplicables de conformidad con el punto 4.2.11.6, punto 2.
 - b) Consumo máximo de corriente de la línea de suministro de energía monopolar de la unidad en parado (A) para cada tensión de la línea de suministro monopolar aplicable.

▼ **M5**

- c) Para cada banda de gestión de frecuencias definida en la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A], y en los casos específicos o documentos técnicos mencionados en el artículo 13 de la ETI CMS, cuando estén disponibles (en espera de la notificación de los casos específicos a que se refiere el artículo 13 de la ETI CMS, sigue siendo aplicable la norma nacional notificada):
- i) corriente de interferencia máxima (A) y regla de adición aplicable;
 - ii) campo magnético máximo ($\text{dB}_{\mu\text{A/m}}$), tanto el campo radiado como el campo debido a la corriente de retorno, y regla de adición aplicable;
 - iii) impedancia mínima del vehículo (ohmios).
- d) Los parámetros comparables especificados en los casos específicos o en los documentos técnicos mencionados en el artículo 13 de la ETI CMS, cuando estén disponibles.

A fin de determinar las características enumeradas en las sub ► **M5** puntos ◀ c) y d), la unidad se someterá a ensayo. Los parámetros de las sub ► **M5** puntos ◀ a) y b) pueden determinarse mediante simulación, cálculo o ensayo.

- 17) Las interfaces eléctricas entre unidades y los protocolos de comunicación se describirán en la documentación general descrita en el punto 4.2.12.2, punto 3a, de la presente ETI, con la referencia a las normas o los otros documentos normativos que se hayan aplicado.
- 18) Las redes de comunicación deberán respetar la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [53].
- 19) El cumplimiento/incumplimiento del caso específico relativo a la posición del escalón para entrar al vehículo y salir de él definido en el punto 7.3.2.6 de la ETI de personas con movilidad reducida se registrará en el expediente técnico. En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania, el cumplimiento/incumplimiento de los casos específicos se documentará mediante la aplicación de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [74] por referencia al cuadro 20 y al cuadro 21 de la ETI de personas con movilidad reducida.
- 20) En el caso de las unidades diseñadas para ser operadas en un ancho de vía de 1 435 mm, también se considerarán los siguientes casos específicos:
- a) El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos relativos a los efectos aerodinámicos, de conformidad con el punto 7.3.2.8, se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá a Italia del área de uso.
 - b) El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos relativos a la seguridad contra incendios y la evacuación, de conformidad con el punto 7.3.2.20, se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá a Italia del área de uso.
 - c) El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos relativos a la capacidad de circulación y al sistema de contención y control de incendios, de conformidad con el punto 7.3.2.21, se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá el túnel del Canal de la Mancha del área de uso.

▼ M5

- d) El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos relativos a la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes mediante equipos situados en tierra, de conformidad con el punto 7.3.2.3, se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá a Francia y/o Suecia del área de uso.
- e) En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania, la conformidad/no conformidad de la curva eólica característica (CEC) de la unidad con los límites definidos en el documento al que se refiere el apéndice J-2, índice [C], se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá a Alemania del área de uso.
- f) En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania en líneas con un gradiente superior al 40 %, el cumplimiento/incumplimiento de los requisitos definidos en el documento al que se refiere el apéndice J-2, índice [D], se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento no impide el acceso de la unidad a la red nacional.
- g) En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania, la conformidad/no conformidad de las salidas de emergencia con el documento al que se refiere el apéndice J-2, índice [E], se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos excluirá a Alemania del área de uso.
- h) En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Austria, para la verificación del requisito de la geometría del contacto rueda-carril, además de lo dispuesto en el punto 4.2.3.4.3, se considerarán las siguientes características de la red:

$$— V \leq 160 \text{ km/h: } 0,7 \leq \tan \gamma_e < 0,8$$

$$— 160 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h: } 0,5 \leq \tan \gamma_e < 0,6$$

$$— V > 200 \text{ km/h: } 0,3 \leq \tan \gamma_e < 0,4$$

El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos dará lugar a una limitación de la velocidad del vehículo.

- i) En el caso de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania, para la verificación del requisito de la geometría del contacto rueda-carril, además de lo dispuesto en el punto 4.2.3.4.3, se considerarán las siguientes características de la red:

$$— V \leq 160 \text{ km/h: } \tan \gamma_e \leq 0,8;$$

$$— 160 < V \leq 230 \text{ km/h: } \tan \gamma_e \leq 0,5;$$

$$— V > 230 \text{ km/h: } \tan \gamma_e \leq 0,3.$$

El cumplimiento/incumplimiento de los requisitos se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento de los requisitos dará lugar a una limitación de la velocidad del vehículo.

▼ **M5**

- 21) En el caso de las unidades diseñadas para ser operadas en un ancho de vía de 1 668 mm, la conformidad con los puntos 7.3.2.5 y 7.3.2.6 es obligatoria y se considerarán los siguientes casos específicos:
 - a) El cumplimiento/incumplimiento del caso específico relativo a los bogies diseñados para circular por un ancho de vía de 1 668 mm definido en el punto 7.3.2.5a se registrará en el expediente técnico. El incumplimiento excluirá la red española de ancho de vía de 1 668 mm del área de uso.
 - b) El cumplimiento/incumplimiento del caso específico relativo a la posición del escalón para entrar al vehículo y salir de él definido en el punto 7.3.2.6 de la ETI de personas con movilidad reducida se registrará en el expediente técnico. Para las unidades diseñadas para ser operadas en un ancho de vía de 1 435 mm y que no cumplan el caso específico, se aplicará el punto 7.3.2.7 de la ETI de personas con movilidad reducida.
- 22) El incumplimiento de cualquier condición ambiental específica establecida en el punto 7.4 dará lugar a restricciones de uso en la red para la que se haya definido la condición específica, pero no a la exclusión de dicha red del área de uso.
- 23) La unidad deberá marcarse con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [5].

7.1.1.5.2. Condiciones adicionales opcionales aplicables a coches destinados a utilizarse en explotación general

- 1) El cumplimiento del conjunto de condiciones establecidas a continuación en los puntos 2 a 12 es opcional y tiene por objetivo facilitar el intercambio de unidades destinadas a utilizarse en formaciones de tren no definidas en la fase de diseño, es decir, unidades para explotación general. El cumplimiento de estas disposiciones no garantiza la plena intercambiabilidad de las unidades y no exime a la empresa ferroviaria de sus responsabilidades en relación con el uso de estas unidades en una formación de tren, tal como se define en el punto 6.2.7. Si el solicitante selecciona esta opción, un organismo notificado evaluará su conformidad en el marco del procedimiento de verificación CE. Esto se hará constar en el certificado y en la documentación técnica.
- 2) La unidad estará equipada con un sistema de acoplamiento manual, de acuerdo con el punto 4.2.2.2.3, letra b), y el punto 5.3.2.
- 3) La unidad estará equipada con un sistema de frenado EN-UIC, de acuerdo con las especificaciones a las que se refiere el apéndice J-1, índice [12] e índice [70]. El sistema de frenado se someterá a ensayo con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [71].
- 4) La unidad cumplirá los requisitos de la presente ETI al menos dentro del intervalo de temperatura T1 (– 25 °C a + 40 °C; nominal) de acuerdo con el punto 4.2.6.1 y la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [18].
- 5) Las luces de cola requeridas en el punto 4.2.7.1 se proporcionarán mediante luces de cola fijas.

▼ **M5**

- 6) Si la unidad dispone de una pasarela de intercurrencia, esta cumplirá la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [54].
- 7) El suministro de energía monopolar se ajustará a lo dispuesto en el punto 4.2.11.6, punto 2.
- 8) La interfaz física entre unidades para la transmisión de señales garantizará que el cable y el conector de al menos una línea sean compatibles con el cable de 18 conductores definido en la placa 2 de la especificación a la que hace referencia el apéndice J-1, índice [61].
- 9) El dispositivo de control de puertas especificado en el punto 4.2.5.5.3 se ajustará a las especificaciones descritas en el apéndice J-1, índice [17].

7.1.2. *Cambios en el material rodante en explotación o en un tipo de material rodante existente*

7.1.2.1. **Introducción**

- 1) El presente punto 7.1.2 define los principios que deben aplicar las entidades que gestionan el cambio y las entidades responsables de la autorización en línea con el procedimiento de verificación CE descrito en el artículo 15, apartado 9, el artículo 21, apartado 12, y el anexo IV de la Directiva (UE) 2016/797. Este procedimiento se desarrolla en los artículos 13, 15 y 16 del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 y en la Decisión 2010/713/UE.

- 2) El presente punto 7.1.2 se aplica en caso de que se realice cualquier cambio en el material rodante en explotación o en un tipo de material rodante existente, incluidas renovaciones o rehabilitaciones. No se aplica en caso de cambios:

— que no introduzcan una desviación de los expedientes técnicos que acompañan a las declaraciones CE de verificación de los subsistemas, en su caso; y

— que no tengan incidencia en los parámetros básicos no contemplados en la declaración CE, en su caso.

El titular de la autorización de tipo de vehículo proporcionará, en condiciones razonables, la información necesaria para evaluar los cambios a la entidad que gestione el cambio.

7.1.2.2. **Normas para gestionar cambios en el material rodante y el tipo de material rodante**

- 1) Las partes y los parámetros básicos del material rodante a los que no hayan afectado los cambios estarán exentos de la evaluación de la conformidad respecto a las disposiciones de la presente ETI.
- 2) Sin perjuicio de los puntos 7.1.2.2a y 7.1.3, solo será necesario el cumplimiento de los requisitos de la presente ETI, la ETI de ruido (véase el punto 7.2 de dicha ETI) y la ETI de personas con movilidad reducida (véase el punto 7.2.3 de dicha ETI) para los parámetros básicos de la presente ETI que puedan verse afectados por los cambios.

▼ **M5**

- 3) La entidad que gestione el cambio deberá informar al organismo notificado de cualquier cambio que afecte a la conformidad del subsistema con los requisitos de las ETI pertinentes que requiera nuevos controles por un organismo notificado, de acuerdo con los artículos 15 y 16 del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 y la Decisión 2010/713/UE y aplicando los módulos SB, SD/SF o SH1 para la verificación CE y, si procede, el artículo 15, apartado 5, de la Directiva (UE) 2016/797. Esta información será facilitada por la entidad que gestione el cambio con las referencias correspondientes a la documentación técnica relativa al certificado de examen CE de tipo o de diseño existente.
- 4) Sin perjuicio de la resolución en materia de seguridad general prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797, en caso de que se produzcan cambios que exijan una nueva evaluación de los requisitos de seguridad establecidos en los puntos 4.2.3.4.2, 4.2.3.5.3, 4.2.4.2.2, 4.2.5.3.5, 4.2.5.5.8 y 4.2.5.5.9, se aplicará el procedimiento establecido en el punto 6.2.3.5. El cuadro 17 establece cuándo se requiere una nueva autorización.

Cuadro 17

Vehículo evaluado originalmente respecto a

		Primer método del punto 6.2.3.5, punto 3	Segundo método del punto 6.2.3.5, punto 3	No se aplica MCS de evaluación de riesgos
Cambio evaluado respecto a...	Primer método del punto 6.2.3.5, punto 3	No se necesita nueva autorización	Comprobación ⁽¹⁾	No se necesita nueva autorización
	Segundo método del punto 6.2.3.5, punto 3	Comprobación ⁽¹⁾	Comprobación ⁽¹⁾	Comprobación ⁽¹⁾
	No se aplica MCS de evaluación de riesgos	Imposible	Imposible	Imposible

⁽¹⁾ La palabra «Comprobación» significa que el solicitante aplicará el anexo I del MCS de evaluación de riesgos con el fin de demostrar que el vehículo modificado garantiza un nivel de seguridad igual o superior. Esta demostración será evaluada de forma independiente por un organismo de evaluación según se define en el MCS de evaluación de riesgos. Si el organismo concluye que la nueva evaluación de seguridad demuestra un nivel de seguridad inferior o si su resultado no está claro, el solicitante pedirá una autorización para su puesta en el mercado.

- 4a) Sin perjuicio de la resolución en materia de seguridad general prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797, en caso de que se produzcan cambios en los requisitos establecidos en los puntos 4.2.4.9, 4.2.9.3.1 y 4.2.10.3.4 que requieran un nuevo estudio de fiabilidad, se requerirá una nueva autorización de puesta en el mercado, a menos que el organismo notificado concluya que se mejoran o se mantienen los requisitos de seguridad contemplados en el estudio de fiabilidad. El organismo notificado considerará en su dictamen la revisión de la documentación de mantenimiento y explotación, en caso necesario.
- 5) Las estrategias nacionales de migración relacionadas con la aplicación de otras ETI (por ejemplo, las ETI que cubren las instalaciones fijas) se tendrán en cuenta a la hora de determinar en qué medida deben aplicarse las ETI relativas al material rodante.

▼ M5

- 6) Las características básicas de diseño del material rodante se definen en el cuadro 17a y el cuadro 17b. Según dichos cuadros, y de acuerdo con la resolución de seguridad prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797, los cambios se clasificarán de la siguiente manera:
- a) según define el artículo 15, apartado 1, letra c), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 si están por encima de los umbrales establecidos en la columna 3 y por debajo de los establecidos en la columna 4, a menos que la resolución de seguridad prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797 exija clasificarlos según define el artículo 15, apartado 1, letra d), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545, o
 - b) según define el artículo 15, apartado 1, letra d), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545 si están por encima de los umbrales establecidos en la columna 4 o si la resolución de seguridad prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797 exige clasificarlos según define el artículo 15, apartado 1, letra d), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545.

La determinación de si los cambios están por encima o por debajo de los umbrales mencionados en el primer párrafo se hará en relación con los valores de los parámetros en el momento de la última autorización del material rodante o del tipo de material rodante.

- 7) Se considera que los cambios no cubiertos en el punto 7.1.2.2, punto 6, no tienen ningún impacto en las características básicas de diseño y pueden ser categorizados según define el artículo 15, apartado 1, letra a), o el artículo 15, apartado 1, letra b), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545, a menos que la resolución de seguridad prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797 exija su categorización según define el artículo 15, apartado 1, letra d) del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545.
- 8) La resolución de seguridad prevista en el artículo 21, apartado 12, letra b), de la Directiva (UE) 2016/797 cubrirá los cambios relativos a los parámetros básicos del cuadro del punto 3.1 en relación con todos los requisitos esenciales, en particular los requisitos de «Seguridad» y «Compatibilidad técnica».
- 9) Sin perjuicio del punto 7.1.2.2a, todos los cambios seguirán cumpliendo las ETI aplicables independientemente de cuál sea su clasificación.
- 10) La sustitución de uno o varios vehículos dentro de una formación fija después de sufrir daños graves no requiere una evaluación de la conformidad respecto a la presente ETI, siempre que la unidad o los vehículos y aquellos que se sustituyen no presenten diferencias en los parámetros técnicos y las funciones. Tales unidades deben permitir su trazabilidad y estar certificadas de acuerdo con alguna norma nacional o internacional, o con algún código práctico ampliamente reconocido en el ámbito ferroviario.

▼ M5

Cuadro 17a

Características básicas de diseño relacionadas con parámetros básicos establecidos en la presente ETI

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.2.2.3 Enganche final	Tipo de enganche final	Cambio del tipo de enganche final	No procede
4.2.2.10 Condiciones de carga y masa 4.2.3.2.1 Parámetro de carga por eje	Masa de diseño en orden de trabajo	Cambio en cualquiera de las características básicas de diseño correspondientes que da lugar a un cambio en las categorías de línea EN con las que el vehículo es compatible	No procede
	Masa de diseño bajo carga útil normal		
	Masa de diseño bajo carga útil excepcional		
	Masa de explotación en orden de trabajo		
	Masa de explotación bajo carga útil normal		
	Velocidad máxima de diseño (km/h)		
	Carga estática por eje en orden de trabajo		
	Carga estática por eje bajo carga útil excepcional		
	Longitud del vehículo		
	Carga estática por eje bajo carga útil normal		
	Posición de los ejes a lo largo de la unidad (distancia entre ejes)		
	Categorías de línea EN		
	Masa total del vehículo (para cada vehículo de la unidad)	Cambio en cualquiera de las características básicas de diseño correspondientes que da lugar a un cambio en las categorías de línea EN con las que el vehículo es compatible	Cambio de más del ± 10 %
	Masa por rueda	Cambio en cualquiera de las características básicas de diseño correspondientes que da lugar a un cambio en las categorías de línea EN con las que el vehículo es compatible, o Cambio de más del ± 10 %	No procede

▼ M5

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.3.1 Gálibo	Perfil de referencia	No procede	Cambio del perfil de referencia con el que el vehículo es conforme
	Radio mínimo de curva vertical convexa admisible	Cambio en el radio mínimo de curva vertical convexa admisible con el que el vehículo es compatible de más de un 10 %	No procede
	Radio mínimo de curva vertical cóncava admisible	Cambio en el radio mínimo de curva vertical cóncava admisible con el que el vehículo es compatible de más de un 10 %	No procede
4.2.3.3.1 Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	No procede	Cambio de la compatibilidad declarada con uno o varios de los tres siguientes sistemas de detección de trenes: — Circuitos de vía — Contadores de ejes — Circuitos de lazo
	Lubricación de pestañas	Instalación/Eliminación de la función de lubricación de pestañas	No procede
	Posibilidad de impedir el uso de la lubricación de pestañas	No procede	Instalación/Eliminación del control para impedir el uso de la lubricación de pestañas
4.2.3.3.2 Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes	Sistema de detección a bordo	Instalación del sistema de detección a bordo	Eliminación del sistema de detección a bordo declarado
4.2.3.4. Comportamiento dinámico del material rodante	Combinación de velocidad máxima e insuficiencia de peralte máxima para la que el vehículo fue evaluado	No procede	Aumento de la velocidad máxima de más de 15 km/h o cambio de más del ± 10 % en la insuficiencia de peralte máxima permitida
	Inclinación de carril	No procede	Cambio de las inclinaciones de carril con las que el vehículo es conforme (¹)
4.2.3.5.2.1 Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	Ancho del eje montado	No procede	Cambio del ancho de vía con el que el eje montado es compatible

▼ M5

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.3.5.2.2 Características de las ruedas	Diámetro mínimo exigido de la rueda en servicio	Cambio del diámetro mínimo exigido en servicio de más de ± 10 mm	No procede
4.2.3.5.2.3 Sistemas automáticos de cambio de ancho	Instalación de cambio del ancho del eje montado	Cambio en el vehículo que da lugar a un cambio en las instalaciones de cambio con las que el eje montado es compatible	Cambio de los anchos de vía con los que el eje montado es compatible
4.2.3.6. Radio mínimo de curva	Radio mínimo de la alineación circular admisible	Aumento del radio mínimo de la alineación circular de más de 5 m	No procede
4.2.4.5.1 Prestaciones de frenado: requisitos generales	Deceleración media máxima	Cambio de más del ± 10 % en la deceleración media máxima de frenado	No procede
4.2.4.5.2 Prestaciones de frenado: frenado de emergencia	Distancia de parada y perfil de deceleración para cada condición de carga por velocidad máxima de diseño	Cambio de la distancia de parada de más del ± 10 % Nota: También podrán utilizarse el porcentaje de peso-freno (también denominado «lambda» o «porcentaje de masa frenada») y la masa frenada, y pueden obtenerse (directamente o por medio de la distancia de parada) mediante cálculo a partir de los perfiles de deceleración. El cambio permitido es el mismo (± 10 %).	No procede
4.2.4.5.3 Prestaciones de frenado: frenado de servicio	Distancia de parada y deceleración máxima para la condición de carga «masa de diseño bajo carga útil normal» a la velocidad máxima de diseño	Cambio de la distancia de parada de más del ± 10 %	No procede
4.2.4.5.4 Prestaciones de frenado: capacidad térmica	Capacidad máxima de energía térmica del freno	No procede	Cambio de la energía térmica máxima del freno ≥ 10 %
	o		
	Capacidad térmica en términos de gradiente máximo de la línea, longitud asociada y velocidad de servicio	Cambio del gradiente máximo, la longitud asociada o la velocidad de servicio para los que está diseñado el sistema de frenado en relación con la capacidad de energía térmica del freno	

▼ M5

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.4.5.5 Prestaciones de frenado: freno de estacionamiento	Gradiente máximo sobre el que se mantiene inmovilizada la unidad exclusivamente con el freno de estacionamiento (si el vehículo va equipado con uno)	Cambio del gradiente máximo declarado de más del $\pm 10\%$	No procede
4.2.4.6.2 Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas	No procede	Instalación/Eliminación de la función WSP
4.2.4.8.2 Freno de vía magnético	Freno de vía magnético	No procede	Instalación/Eliminación de la función de freno de vía magnético
	Posibilidad de impedir la utilización del freno de vía magnético	No procede	Instalación/Eliminación del control del freno que permite activar y desactivar el freno de vía magnético
4.2.4.8.3 Freno de Foucault	Freno de Foucault	No procede	Instalación/Eliminación de la función del freno de Foucault
	Posibilidad de impedir la utilización del freno de Foucault	No procede	Instalación/Eliminación del control del freno que permite activar y desactivar el freno de Foucault
4.2.6.1.1 Temperatura	Intervalo de temperatura	Cambio del intervalo de temperatura (T1, T2, T3)	No procede
4.2.6.1.2 Nieve, hielo y granizo	Condiciones de nieve, hielo y granizo	Cambio del intervalo seleccionado de «nieve, hielo y granizo» (nominal o severo)	No procede
4.2.8.2.2 Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	Sistema de alimentación eléctrica (tensión y frecuencia)	No procede	Cambio de la tensión o frecuencia del sistema de alimentación eléctrica (CA 25 kV-50 Hz, CA 15 kV-16,7 Hz, CC 3 kV, CC 1,5 kV, CC 750 V, tercer carril, otros)
4.2.8.2.3 Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	Freno de recuperación	No procede	Instalación/Eliminación de la función de freno de recuperación
	Posibilidad de impedir el uso del freno de recuperación, si está instalado	Instalación/Eliminación de la posibilidad de impedir el uso del freno de recuperación	No procede

▼ M5

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.8.2.4 Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto	Aplicable solo a unidades eléctricas con potencia superior a 2 MW: Función de limitación de la corriente o la potencia	Función de limitación de la corriente o la potencia instalada/eliminada	No procede
4.2.8.2.5 Corriente máxima en parado	Corriente máxima en parado por pantógrafo para cada sistema de corriente continua con que va equipado el vehículo	Cambio del valor de corriente máxima en 50 A sin superar el límite establecido en la presente ETI	No procede
	Vehículo equipado con almacenamiento de energía eléctrica con fines de tracción y con la función de carga a través de la línea aérea de contacto en parado	Añadir o eliminar la función	No procede
4.2.8.2.9.1.1 Altura de interacción con los hilos de contacto (nivel de material rodante)	Altura de interacción del pantógrafo con los hilos de contacto (sobre la cabeza del carril)	Cambio de la altura de interacción que permite o deja de permitir el contacto mecánico con uno de los hilos de contacto a alturas por encima del nivel del carril entre: 4 800 mm y 6 500 mm 4 500 mm y 6 500 mm 5 550 mm y 6 800 mm 5 600 mm y 6 600 mm	No procede
4.2.8.2.9.2 Geometría del arco del pantógrafo (nivel de CI)	Geometría del arco del pantógrafo	No procede	Cambio de la geometría del arco del pantógrafo que da lugar a la conformidad o a la no conformidad con uno de los tipos definidos en los puntos 4.2.8.2.9.2.1, 4.2.8.2.9.2.2 o 4.2.8.2.9.2.3
4.2.8.2.9.4.2 Material del frotador	Material del frotador	Nuevo frotador según el punto 4.2.8.2.9.4.2, punto 3	No procede
4.2.8.2.9.6 Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	Curva de fuerza de contacto media	Cambio que requiere una nueva evaluación del comportamiento dinámico del pantógrafo.	No procede
4.2.8.2.9.7 Disposición de los pantógrafos (nivel de material rodante)	Número de pantógrafos y distancia más corta entre dos pantógrafos	No procede	En caso de que la separación entre dos pantógrafos consecutivos en formaciones fijas o predefinidas de la unidad evaluada se vea reducido por la eliminación de un vehículo
4.2.8.2.9.10 Bajada del pantógrafo (nivel de material rodante)	Dispositivo de descenso automático (DDA)	Función de dispositivo de descenso automático (DDA) instalada/eliminada	No procede

▼M5

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.9.3.7. Procesamiento de las señales de detección y de prevención del descarrilamiento	Presencia del procesamiento de las señales de detección y de prevención del descarrilamiento	Instalación/eliminación de la función de prevención/detección	No procede
4.2.9.3.7a. Función de detección y de prevención del descarrilamiento a bordo	Presencia de la función de detección y de prevención del descarrilamiento a bordo	Instalación/eliminación de la función de prevención/detección	No procede
4.2.10.1 Aspectos generales y categorización	Categoría de seguridad contra incendios	No procede	Cambio de categoría de seguridad contra incendios
4.2.12.2 Documentación general: número de unidades en explotación múltiple	Número máximo de ramas de tren o locomotoras acopladas en explotación múltiple	No procede	Cambio del número máximo permitido de ramas de tren o locomotoras acopladas en explotación múltiple
4.2.12.2 Documentación general: número de vehículos en una unidad	Únicamente para formaciones fijas: Vehículos que componen la formación fija	No procede	Cambio del número de vehículos que componen la formación fija

- (¹) Se considera que el material rodante que cumple una de las condiciones siguientes es compatible con todas las inclinaciones de carril:
- material rodante evaluado con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9] o índice [73];
 - material rodante evaluado con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [63] (modificada o no modificada por ERA/TD/2012-17/INT) o la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [64], con el resultado de que no hay restricciones para ninguna inclinación de carril
 - material rodante evaluado con arreglo a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [63] (modificada o no modificada por ERA/TD/2012-17/INT) o la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [64], con el resultado de que hay una restricción para una inclinación de carril y que una nueva evaluación de las condiciones de ensayo del contacto rueda-carril, sobre la base de perfiles reales de ruedas y carriles y de un ancho de vía medido, muestra que se cumplen los requisitos sobre las condiciones del contacto rueda-carril de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9].

Cuadro 17b

Características básicas de diseño relacionadas con parámetros básicos establecidos en la ETI de personas con movilidad reducida

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y no clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
2.2.11 Posición del escalón para entrar al vehículo y salir de él	Alturas de andén para las que el vehículo está diseñado	No procede	Cambio de las alturas de andén con las que el vehículo es compatible

- 11) Con objeto de establecer el certificado de examen CE de tipo o de diseño, el organismo notificado seleccionado por la entidad que gestione el cambio puede referirse:

▼ M5

- al certificado original de examen CE de tipo o de diseño para las partes del diseño que no se modifican o aquellas que sí se modifican pero que no afectan a la conformidad del subsistema, siempre que siga siendo válido;
- al certificado adicional de examen CE de tipo o de diseño (que modifica el certificado original) para las partes del diseño modificadas que afectan a la conformidad del subsistema con las ETI mencionadas en el marco de certificación definido en el punto 7.1.3.1.1.

En caso de que el período de validez del certificado de examen CE de tipo o de diseño para el tipo original esté limitado a siete años (debido a la aplicación del antiguo concepto de fase A/B), el período de validez del certificado de examen CE de tipo o de diseño para el tipo, la variante de tipo o la versión de tipo modificados se limitará a catorce años a partir de la fecha en la que el solicitante designase al organismo notificado para el tipo de material rodante inicial (inicio de la fase A del certificado original de examen CE de tipo o de diseño).

- 12) En cualquier caso, la entidad que gestione el cambio deberá garantizar que la documentación técnica relativa al certificado de examen CE de tipo o de diseño se actualiza en consecuencia.
- 13) La documentación técnica actualizada relativa al certificado de examen CE de tipo o de diseño se menciona en el expediente técnico que acompaña a la declaración CE de verificación emitida por la entidad que gestiona el cambio para el material rodante declarado conforme con el tipo modificado.

7.1.2.2a. Normas particulares aplicables al material rodante en explotación que no esté cubierto por una declaración CE de verificación con una primera autorización para su puesta en servicio antes del 1 de enero de 2015

Además de lo dispuesto en el punto 7.1.2.2, las siguientes normas son aplicables al material rodante en explotación con una primera autorización para su puesta en servicio antes del 1 de enero de 2015, cuando el alcance del cambio incida en parámetros básicos que no estén cubiertos por la declaración CE (en su caso):

- 1) Se considera establecido el cumplimiento de los requisitos técnicos de la presente ETI cuando se mejora un parámetro básico en la dirección de las prestaciones definidas de la ETI y la entidad que gestiona el cambio demuestra que se cumplen los requisitos esenciales correspondientes y se mantiene y, cuando es razonable, se mejora el nivel de seguridad. En este caso, la entidad que gestiona el cambio justificará los motivos por los que las prestaciones definidas de la ETI no se cumplieron, teniendo en cuenta el punto 7.1.2.2. punto 5. Esta justificación se incluirá en el expediente técnico, en su caso, o en la documentación técnica original del vehículo.
- 2) La norma establecida en el punto 1 no se aplica a los cambios de los parámetros básicos clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797, que se especifican en los cuadros 17c y 17d. Para esos cambios es obligatorio el cumplimiento de los requisitos de la presente ETI.

▼ **M5**

Cuadro 17c

Cambios de los parámetros básicos para los que el cumplimiento de los requisitos de la ETI es obligatorio para el material rodante que no tenga un certificado de examen CE de tipo o de diseño

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.3.1 Gálibo	Perfil de referencia	Cambio del perfil de referencia con el que el vehículo es conforme
4.2.3.3.1 Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	Cambio de la compatibilidad declarada con uno o varios de los tres siguientes sistemas de detección de trenes: — Circuitos de vía — Contadores de ejes — Circuitos de lazo
4.2.3.3.2 Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes	Sistema de detección a bordo	Instalación/Eliminación del sistema de detección a bordo declarado
4.2.3.5.2.1 Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	Ancho del eje montado	Cambio del ancho de vía con el que el eje montado es compatible
4.2.3.5.2.3 Sistemas automáticos de cambio de ancho	Instalación de cambio del ancho del eje montado	Cambio de los anchos de vía con los que el eje montado es compatible
4.2.8.2.3 Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	Freno de recuperación	Instalación/Eliminación de la función de freno de recuperación

Cuadro 17d

Cambios de los parámetros básicos de la ETI de personas con movilidad reducida para los que el cumplimiento de los requisitos de la ETI es obligatorio para el material rodante que no tenga un certificado de examen CE de tipo o de diseño

Punto de la ETI	Características básicas de diseño relacionadas	Cambios que inciden en las características básicas de diseño y clasificados de acuerdo a la definición del artículo 21, apartado 12, letra a), de la Directiva (UE) 2016/797
4.2.2.11. Posición del escalón para entrar al vehículo y salir de él	Alturas de andén para las que el vehículo está diseñado	Cambio de las alturas de andén con las que el vehículo es compatible

7.1.2.2b. Normas particulares aplicables a los vehículos modificados para comprobar el rendimiento o la fiabilidad de las innovaciones tecnológicas durante un período de tiempo limitado

- 1) Además de lo dispuesto en el punto 7.1.2.2, las siguientes normas son aplicables en caso de modificaciones de vehículos únicos autorizados con el fin de comprobar el rendimiento y la fiabilidad de las innovaciones tecnológicas durante un período determinado no superior a un año. No se aplican si se realizan las mismas modificaciones en varios vehículos.

▼ **M5**

- 2) Se considera establecido el cumplimiento de los requisitos técnicos de la presente ETI cuando se mantiene sin cambios o se mejora un parámetro básico en la dirección de las prestaciones definidas de la ETI y la entidad que gestiona el cambio demuestra que se cumplen los requisitos esenciales correspondientes y se mantiene y, cuando es razonable, se mejora el nivel de seguridad.

7.1.3. *Normas relativas a los certificados de examen CE de tipo o de diseño*

7.1.3.1. Subsistema de material rodante

7.1.3.1.1 Definiciones

- 1) Marco de evaluación inicial

El marco de evaluación inicial es el conjunto de ETI (es decir, la presente ETI, la ETI de ruido y la ETI de personas con movilidad reducida) aplicables al inicio de la fase de diseño cuando el solicitante contrata al organismo notificado.

- 2) Marco de certificación

El marco de certificación es el conjunto de ETI (es decir, la presente ETI, la ETI de ruido y la ETI de personas con movilidad reducida) aplicables en el momento de la expedición del certificado de examen CE de tipo o de diseño. Se trata del marco de evaluación inicial modificado teniendo en cuenta las revisiones de las ETI que entraron en vigor durante la fase de diseño.

- 3) Fase de diseño

La fase de diseño es el período que empieza una vez que el solicitante contrata al organismo notificado responsable de la verificación CE y finaliza cuando se expide el certificado de examen CE de tipo o de diseño.

Una fase de diseño puede cubrir un tipo y una o varias variantes de tipo y versiones de tipo. Para todas las variantes y versiones de tipo, se considera que la fase de diseño comienza al mismo tiempo que para el tipo principal.

- 4) Fase de producción

La fase de producción es el período durante el cual los subsistemas de material rodante pueden ponerse en el mercado en virtud de una declaración CE de verificación referente a un certificado de examen CE de tipo o de diseño válido.

- 5) Material rodante en explotación:

El material rodante está en explotación cuando está registrado con el código de matrícula «00», «Válido», en el Registro de Matriculación Nacional de conformidad con la Decisión 2007/756/CE de la Comisión o en el Registro Europeo de Vehículos de conformidad con la Decisión de Ejecución (UE) 2018/1614 y se mantiene en un estado de funcionamiento seguro de conformidad con el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/779 de la Comisión ⁽¹⁾.

7.1.3.1.2. Normas relativas a los certificados de examen CE de tipo o de diseño

- 1) El organismo notificado expedirá el certificado de examen CE de tipo o de diseño referente al marco de certificación.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2019/779 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, por el que se establecen disposiciones detalladas relativas a un sistema de certificación de las entidades encargadas del mantenimiento de vehículos de conformidad con la Directiva (UE) 2016/798 del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se deroga el Reglamento (UE) n.º 445/2011 de la Comisión (DO L 139I de 27.5.2019, p. 360).

▼ **M5**

- 2) Cuando una revisión de la presente ETI, de la ETI de ruido o de la ETI de personas con movilidad reducida entre en vigor durante la fase de diseño, el organismo notificado expedirá el certificado de examen CE de tipo o de diseño atendiendo a las siguientes normas:
 - En el caso de cambios en las ETI que no figuren en el apéndice L, la conformidad con el marco de evaluación inicial dará lugar a la conformidad con el marco de certificación. El organismo notificado expedirá el certificado de examen CE de tipo o de diseño referente al marco de certificación sin ninguna evaluación adicional.
 - En el caso de cambios en las ETI que figuren en el apéndice L, su aplicación será obligatoria con arreglo al régimen transitorio definido en el apéndice. Durante el período transitorio definido, el organismo notificado podrá expedir el certificado de examen CE de tipo o de diseño referente al marco de certificación sin ninguna evaluación adicional. El organismo notificado hará constar en el certificado de examen CE de tipo o de diseño todos los puntos evaluados con arreglo al marco de evaluación inicial.
- 3) Si durante la fase de diseño entran en vigor varias revisiones de la presente ETI, de la ETI de ruido o de la ETI de personas con movilidad reducida, el punto 2 se aplicará a todas las revisiones sucesivamente.
- 4) Siempre es admisible (pero no obligatorio) utilizar una versión más reciente de cualquier ETI, ya sea en su totalidad o para puntos concretos, a menos que se especifique expresamente lo contrario en la revisión de dichas ETI; en caso de que la aplicación se limite a puntos concretos, el solicitante tendrá que justificar y documentar que los requisitos aplicables siguen siendo coherentes, lo cual deberá ser aprobado por el organismo notificado.

7.1.3.1.3. Validez del certificado de examen CE de tipo o de diseño

- 1) Cuando entre en vigor una revisión de la presente ETI, de la ETI de ruido o de la ETI de personas con movilidad reducida, el certificado de examen CE de tipo o de diseño del subsistema seguirá siendo válido, a menos que, según el régimen transitorio específico de alguno de los cambios de las ETI, se deba revisar.
- 2) Solo los cambios de las ETI que tengan un régimen transitorio específico pueden aplicarse al material rodante en fase de producción o al material rodante en explotación.

7.1.3.2. Componentes de interoperabilidad

- 1) Este punto se refiere a un componente de interoperabilidad que esté sujeto a un examen de tipo o de diseño, o a la idoneidad para el uso.
- 2) Salvo que se especifique expresamente lo contrario en la revisión de la presente ETI, de la ETI de ruido o de la ETI de personas con movilidad reducida, el examen de tipo o de diseño o la idoneidad para el uso seguirán siendo válidos aunque entre en vigor una revisión de dichas ETI.

Durante este tiempo, se permite poner en el mercado nuevos componentes del mismo tipo sin necesidad de una nueva evaluación de tipo.

7.1.4. *Normas para la ampliación del área de uso del material rodante que tenga una autorización de conformidad con la Directiva 2008/57/CE o esté en funcionamiento desde antes del 19 de julio de 2010*

- 1) En caso de que no sea plenamente conforme con la presente ETI, el punto 2 se aplicará al material rodante que cumpla las condiciones siguientes cuando se solicite la ampliación de su área de uso de conformidad con el artículo 21, apartado 13, de la Directiva (UE) 2016/797:

▼ M5

- a) haber sido autorizado de conformidad con la Directiva 2008/57/CE o puesto en funcionamiento antes del 19 de julio de 2010;
- b) estar registrado con el código de matrícula «00», «Válido», en el Registro de Matriculación Nacional de conformidad con la Decisión 2007/756/CE o en el Registro Europeo de Vehículos de conformidad con la Decisión de Ejecución (UE) 2018/1614 y mantenerse en un estado de funcionamiento seguro de conformidad con el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/779.

Las siguientes disposiciones para la ampliación del área de uso se aplican también en combinación con una nueva autorización tal como se define en el artículo 14, apartado 3, letra a), del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545.

- 2) La autorización para un área de uso ampliada del material rodante mencionado en el punto 1 deberá basarse en la autorización existente, si la hubiera, y en la compatibilidad técnica entre el material rodante y la red, de conformidad con el artículo 21, apartado 3, letra d), de la Directiva (UE) 2016/797, y en el cumplimiento de las características básicas de diseño de los cuadros 17a y 17b, teniendo en cuenta cualquier restricción o limitación.

El solicitante presentará una declaración CE de verificación acompañada de expedientes técnicos que acrediten la conformidad con los requisitos establecidos en la presente ETI, o con disposiciones de efecto equivalente, por lo que respecta a cada parámetro básico mencionado en la columna 1 de los cuadros 17a y 17b, y con los siguientes puntos de la presente ETI:

- 4.2.4.2.2, 4.2.5.5.8, 4.2.5.5.9, 4.2.6.2.3, 4.2.6.2.4, 4.2.6.2.5, 4.2.8.2.7, 4.2.8.2.9.8 (cuando la circulación a través de secciones de separación de fases o de sistemas se gestione automáticamente), 4.2.9.3.1, 4.2.9.6, 4.2.12 y 4.2.12.6
- 4.2.5.3 en Italia
- 4.2.5.3.5 y 4.2.9.2.1 en Alemania

mediante una o varias de las siguientes opciones:

- a) el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente ETI;
 - b) el cumplimiento de los requisitos correspondientes establecidos en una ETI anterior;
 - c) el cumplimiento de especificaciones alternativas que se consideren de efecto equivalente;
 - d) la acreditación de que los requisitos de compatibilidad técnica con la red del área de uso ampliada son equivalentes a los requisitos de compatibilidad técnica con la red en la que el material rodante ya está autorizado o en funcionamiento. El solicitante acreditará esta equivalencia y podrá basarse en la información del registro de la infraestructura ferroviaria (RINF).
- 3) El solicitante justificará y documentará el efecto equivalente de las especificaciones alternativas a los requisitos de la presente ETI [punto 2, letra c)] y la equivalencia de los requisitos de compatibilidad técnica con la red [punto 2, letra d)] aplicando el proceso de gestión del riesgo establecido en el anexo I del Reglamento (UE) n.º 402/2013. La justificación debe ser evaluada y confirmada por un organismo de evaluación (MCS-ER).

▼ **M5**

- 4) Además de los requisitos a que se refiere el punto 2, y cuando proceda, el solicitante presentará una declaración CE de verificación acompañada de expedientes técnicos que acrediten el cumplimiento de lo siguiente:
 - a) los casos específicos relacionados con cualquier parte del área de uso ampliada, enumerados en la presente ETI, en la ETI de ruido, en la ETI de personas con movilidad reducida y en la ETI CMS;
 - b) las normas nacionales a las que se refiere el artículo 13, apartado 2, letras a), c) y d), de la Directiva (UE) 2016/797, notificadas de conformidad con el artículo 14 de dicha Directiva.
- 5) La entidad responsable de la autorización deberá poner a disposición del público, a través del sitio web de la Agencia, detalles de las especificaciones alternativas a que se refiere el punto 2, letra c), y de los requisitos de compatibilidad técnica con la red a que se refiere el punto 2, letra d), sobre la base de los cuales haya concedido autorizaciones para el área de uso ampliada.
- 6) Cuando un vehículo autorizado se hubiese beneficiado de la no aplicación de una ETI o de una parte de esta con arreglo al artículo 9 de la Directiva 2008/57/CE, el solicitante deberá solicitar una excepción en los Estados miembros del área de uso ampliada de conformidad con el artículo 7 de la Directiva (UE) 2016/797.
- 7) De conformidad con el artículo 54, apartado 2, de la Directiva (UE) 2016/797, los coches utilizados con arreglo al Regolamento Internazionale Carrozze (RIC) se considerarán autorizados de conformidad con las condiciones en las que se hubiesen utilizado, incluida el área de uso en la que operasen. Tras un cambio que requiera una nueva autorización de puesta en el mercado de conformidad con el artículo 21, apartado 12, de la Directiva (UE) 2016/797, los coches aceptados con arreglo al acuerdo RIC más reciente conservarán el área de uso en la cual estuviesen operando sin más comprobaciones en las partes no modificadas.

7.1.5. *Requisitos de preinstalación para nuevos diseños de material rodante en los que el ETCS todavía no se haya instalado*

- 1) Este caso es aplicable a nuevos diseños de vehículos, incluidos los vehículos especiales a que se refiere el punto 7.4.3.2 de la ETI CMS cuando se aplique el punto 7.1.1.3, punto 1, de la ETI de locomotoras y coches de viajeros, en los que el ETCS embarcado todavía no se haya instalado, con el objetivo de que el subsistema de material rodante esté preparado para cuando haya que instalarlo.
- 2) Los requisitos siguientes son aplicables a los nuevos diseños de vehículos que requieran una primera autorización según se define en el artículo 14 del Reglamento de Ejecución (UE) 2018/545:
 - a) La conformidad con los requisitos relativos a las funciones de interfaz del tren según se mencionan en los parámetros básicos que se refiera al apéndice A, cuadro A.2, índice 7, de la ETI CMS (véanse las columnas 1 y 2 del cuadro 9).
 - b) La descripción de las funciones de interfaz del tren implementadas, incluidas las especificaciones de las interfaces y los protocolos de comunicación, se documentará en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2, punto 23.

▼ M5

- c) Habrá un espacio disponible para la instalación de los equipos del ETCS embarcado definidos en la ETI CMS (por ejemplo, DMI del ETCS, antenas, etc.). Las condiciones para la instalación de los equipos deberán documentarse en la documentación técnica descrita en el punto 4.2.12.2, punto 24.
- 3) El organismo notificado a cargo de la verificación CE del subsistema de material rodante verificará que se facilita la documentación solicitada en el punto 4.2.12.2, puntos 23 y 24.
- 4) Cuando se instale el ETCS embarcado, la evaluación de la integración de las funciones de interfaz en el vehículo forma parte de la verificación CE relativa al subsistema de control-mando y señalización a bordo de conformidad con el punto 6.3.3 de la ETI CMS.

▼ B

7.2.

Compatibilidad con otros subsistemas

- 1) La presente ETI se ha elaborado teniendo en cuenta la conformidad de otros subsistemas con sus respectivas ETI. Por consiguiente, se tratan las interfaces con los subsistemas de instalaciones fijas de infraestructura, de energía, y de control-mando y señalización para los subsistemas que cumplan la ETI de Infraestructura, la ETI de Energía y la ETI de Control, Mando y Señalización.
- 2) Siguiendo este principio, las fases y los métodos de aplicación relativos al material rodante dependerán del progreso en la aplicación de la ETI de Infraestructura, la ETI de Energía y la ETI de Control, Mando y Señalización.
- 3) Además, las ETI que cubren las instalaciones fijas permiten conjuntos de características técnicas diferentes (por ejemplo, el «código de tráfico» en la ETI de Infraestructura, el «sistema de alimentación eléctrica» en la ETI de Energía).
- 4) Para el material rodante, las características técnicas correspondientes están consignadas en el «Registro Europeo de Tipos Autorizados de Vehículos», conforme al ► **M3** artículo 48 de la Directiva (UE) 2016/797 ◀ y la Decisión de Ejecución 2011/665/UE (véase también la sección 4.8 de la presente ETI).
- 5) En el caso de las instalaciones fijas, estas forman parte de las características consignadas en el «Registro de Infraestructura», conforme al ► **M3** artículo 48 de la Directiva (UE) 2016/797 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777 de la Comisión ⁽¹⁾ ◀ sobre la especificación común del Registro de Infraestructura Ferroviaria.

7.3.

Casos específicos

7.3.1.

Aspectos generales

- 1) Los casos específicos relacionados en la ► **M5** punto ◀ siguiente describen las disposiciones especiales requeridas y autorizadas en redes determinadas de los Estados miembros.

▼ M3

- 2) Estos casos específicos se clasifican como:
 - Casos «P»: casos permanentes
 - «T0»: los casos «temporales» de duración indefinida, en los que el sistema objetivo deberá alcanzarse como muy tarde en una fecha aún por determinar.
 - Casos «T1»: casos temporales, en los que el sistema objetivo deberá alcanzarse a más tardar el 31 de diciembre de 2025.
 - Casos «T2»: casos temporales, en los que el sistema objetivo deberá alcanzarse a más tardar el 31 de diciembre de 2035.

⁽¹⁾ Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre las especificaciones comunes del registro de la infraestructura ferroviaria y por el que se deroga la Decisión de Ejecución 2014/880/UE (DO L 139 I de 27.5.2019, p. 312).

▼ M3

Todos los casos específicos y sus fechas correspondientes serán objeto de revisión en el transcurso de las futuras revisiones de la ETI a fin de limitar su alcance técnico y geográfico sobre la base de una evaluación de su impacto en la seguridad, la interoperabilidad, los servicios transfronterizos, los corredores de la TEN-T y las repercusiones prácticas y económicas de su conservación o eliminación. Se prestará especial atención a la disponibilidad de financiación de la UE.

Los casos específicos se limitarán a la ruta o la red cuando sean estrictamente necesarios y serán tenidos en cuenta mediante los procedimientos de compatibilidad de las rutas.

▼ B

- 3) En la presente ETI se tratará cualquier caso específico aplicable al material rodante que pertenezca al ámbito de aplicación de la ETI.
- 4) Ciertos casos específicos están en interfaz con otras ETI. Cuando una ► **M5** punto ◀ de la presente ETI se refiere a otra ETI para la cual un caso específico es aplicable o cuando un caso específico es aplicable al material rodante por estar declarado en otra ETI, estos se describen también en la presente ETI.
- 5) Además, algunos casos específicos no impiden el acceso a la red nacional del material rodante conforme con la ETI. En ese caso, se hace constar explícitamente en la sección correspondiente de la ► **M5** punto ◀ 7.3.2 a continuación.

▼ M3

- 6) En caso de que haya un caso específico aplicable a un componente definido como componente de interoperabilidad en la sección 5.3 de la presente ETI, la evaluación de conformidad se realizará de acuerdo con el punto 3 de la ► **M5** punto ◀ 6.1.1.

▼ M5

7.3.2. *Lista de casos específicos*

7.3.2.1. Interfaces mecánicas (4.2.2.2)

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

Enganche final, altura por encima del nivel del carril (► **M5** punto ◀ 4.2.2.2.3)

A.1 Topes

La altura de la línea central de los topes estará en el rango 1 090 mm (+ 5 mm/– 80 mm) por encima del nivel del carril en todas las condiciones de carga y de desgaste.

A.2 Enganche de husillo

La altura de la línea central del gancho de tracción estará en el rango 1 070 mm (+ 25 mm/– 80 mm) por encima del nivel del carril en todas las condiciones de carga y de desgaste.

▼ **M5**

7.3.2.2. Gálibo (4.2.3.1)

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

Es permisible que el perfil de referencia para la parte superior e inferior de la unidad se establezca de acuerdo con las normas técnicas nacionales notificadas a tal efecto.

7.3.2.3. Requisitos del material rodante para la compatibilidad con el equipo instalado en tierra (4.2.3.3.2.2)

Caso específico de Finlandia («P»)

Para el material rodante destinado a ser utilizado en la red finlandesa (ancho de vía de 1 524 mm) que dependa del equipo situado en tierra para la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes, las zonas de detección de la parte inferior de las cajas de grasa que permanecerán libres de obstáculos para permitir la observación por el equipo de detección de cajas de grasa calientes (HABD) en tierra utilizarán las dimensiones definidas en la norma EN 15437-1:2009, y sus valores se sustituirán por los siguientes:

Sistema basado en equipo situado en tierra:

Las dimensiones establecidas en los puntos 5.1 y 5.2 de la norma EN 15437-1:2009 se sustituyen respectivamente por las dimensiones siguientes. Existen dos zonas de detección diferentes (I y II) incluidas sus zonas de prohibición y de medición definidas tal como se indica a continuación:

Dimensiones para la zona de detección I:

- W_{TA} , igual o superior a 50 mm,
- L_{TA} , igual o superior a 200 mm,
- Y_{TA} , entre 1 045 mm y 1 115 mm,
- W_{PZ} , igual o superior a 140 mm,
- L_{PZ} , igual o superior a 500 mm,
- Y_{PZ} , 1 080 mm \pm 5 mm.

Dimensiones para la zona de detección II:

- W_{TA} , igual o superior a 14 mm,
- L_{TA} , igual o superior a 200 mm,
- Y_{TA} , entre 892 mm y 896 mm,
- W_{PZ} , igual o superior a 28 mm,
- L_{PZ} , igual o superior a 500 mm,
- Y_{PZ} , 894 mm \pm 2 mm.

Caso específico de Francia («P»)

Este caso específico es aplicable a todas las unidades que no estén equipadas con equipo embarcado para la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes.

Los puntos 5.1 y 5.2 de la norma EN 15437-1 se aplican con las siguientes particularidades. Las notaciones son las utilizadas en la imagen 3 de la norma.

- $W_{TA} = 70$ mm
- $Y_{TA} = 1\,092,5$ mm
- $L_{TA} = V_{max} \times 0,56$ (V_{max} es la velocidad máxima de la línea a nivel de HABC, expresada en km/h).

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

El material rodante que dependa del equipo situado en tierra para la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes cumplirá lo siguiente en cuanto a las zonas de detección de la parte inferior de las cajas de grasa (dimensiones definidas en la norma EN 15437-1:2009):

▼ **M5**

Cuadro 18

Zona de detección

	Y _{TA} [mm]	W _{TA} [mm]	L _{TA} [mm]	Y _{PZ} [mm]	W _{PZ} [mm]	L _{PZ} [mm]
1 600 mm	1 110 ± 2	≥ 70	≥ 180	1 110 ± 2	≥ 125	≥ 500

Caso específico de Suecia («T2»)

Este caso específico es aplicable a todas las unidades que no vayan equipadas con equipo embarcado para la monitorización del estado de los rodamientos de los ejes y que estén destinadas a circular por líneas con detectores de cajas de grasa mejorados. Estas líneas se indican en el Registro de Infraestructura como no conformes con la ETI en lo que respecta a esta cuestión.

Las dos zonas situadas debajo de la caja de grasa/mangueta indicadas en el cuadro siguiente según los parámetros de la norma EN 15437-1:2009 estarán libres para facilitar la monitorización vertical por parte del sistema de detección de cajas de grasa calientes instalado en la vía.

Cuadro 19

Zona de detección y zona de prohibición para las unidades destinadas a circular en Suecia

	Y _{TA} [mm]	W _{TA} [mm]	L _{TA} [mm]	Y _{PZ} [mm]	W _{PZ} [mm]	L _{PZ} [mm]
Sistema 1	862	≥ 40	totalidad	862	≥ 60	≥ 500
Sistema 2	905 ± 20	≥ 40	totalidad	905	≥ 100	≥ 500

La compatibilidad con estos sistemas se establecerá en el expediente técnico del vehículo.

7.3.2.4. Calidad del aire interior (4.2.5.8)

Caso específico del túnel del Canal de la Mancha («P»)

Vehículos de viajeros: los trenes de viajeros deberán disponer de sistemas de ventilación capaces de garantizar que los niveles de CO₂ permanezcan por debajo de 10 000 ppm durante al menos 90 minutos en caso de fallo de los sistemas de tracción.

7.3.2.5. Comportamiento dinámico en circulación (4.2.3.4.2, 6.2.3.4)

Caso específico de Finlandia («P»)

Las modificaciones siguientes a los puntos sobre comportamiento dinámico en circulación de la ETI son de aplicación a los vehículos destinados a ser operados únicamente por la red finlandesa de 1 524 mm:

- la zona de ensayo 4 no es aplicable para los ensayos dinámicos en circulación,
- para los ensayos dinámicos en circulación, el valor medio del radio de curva de todos los tramos de vía para la zona de ensayo 3 será 550 m ± 50 m,
- en los ensayos dinámicos en circulación, los parámetros de calidad de la vía se ajustarán a la norma RATO 13 (Inspección de la vía),
- los métodos de medición se ajustarán a la norma EN 13848-1:2019.

▼ **M5****Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)**

A efectos de compatibilidad técnica con la red existente, se permite utilizar normas técnicas nacionales notificadas a fin de evaluar el comportamiento dinámico en circulación.

Caso específico de España («P»)

Para el material rodante destinado a ser utilizado en vías de 1 668 mm de ancho, el valor límite del esfuerzo de guiado cuasi-estático Y_{qst} se evaluará para radios de curva $250 \text{ m} \leq R_m < 400 \text{ m}$.

El valor límite será: $(Y_{qst})_{lim} = 66 \text{ kN}$.

Para la normalización del valor estimado al radio $R_m = 350 \text{ m}$ de acuerdo con el punto 7.6.3.2.6, punto 2, de la norma EN 14363:2016, la fórmula « $Y_{a,nf,qst} = Y_{a,f,qst} - (10\,500 \text{ m}/R_m - 30) \text{ kN}$ » se sustituirá por « $Y_{a,nf,qst} = Y_{a,f,qst} - (11\,550 \text{ m}/R_m - 33) \text{ kN}$ ».

Los valores de la insuficiencia de peralte pueden adaptarse al ancho de vía de 1 668 mm multiplicando los valores del parámetro de 1 435 mm correspondiente por el siguiente factor de conversión: 1733/1500.

7.3.2.5a. **Diseño estructural del bastidor del bogie (4.2.3.5.1)****Caso específico de España («P»)**

En el caso de los bogies diseñados para circular por un ancho de vía de 1 668 mm, los parámetros alfa (α) y beta (β) se considerarán como 0,15 y 0,35, respectivamente, de conformidad con la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [11] [anexo F de la norma EN 13749].

7.3.2.6. **Características mecánicas y geométricas de los ejes montados y de las ruedas (4.2.3.5.2.1 y 4.2.3.5.2.2)****Caso específico de Estonia, Letonia, Lituania y Polonia para el ancho de vía de 1 520 mm («P»)**

Las dimensiones geométricas de las ruedas, definidas en la figura 2, se ajustarán a los valores límite especificados en el cuadro 20.

Cuadro 20

Límites en servicio de las dimensiones geométricas de la rueda

Denominación	Diámetro de rueda D (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
Anchura de la llanta ($B_R + \text{Rebaba}$)	$400 \leq D \leq 1\,220$	130	146
Espesor de la pestaña (S_d)		25 ⁽¹⁾	33
Altura de la pestaña (S_h)		28	37

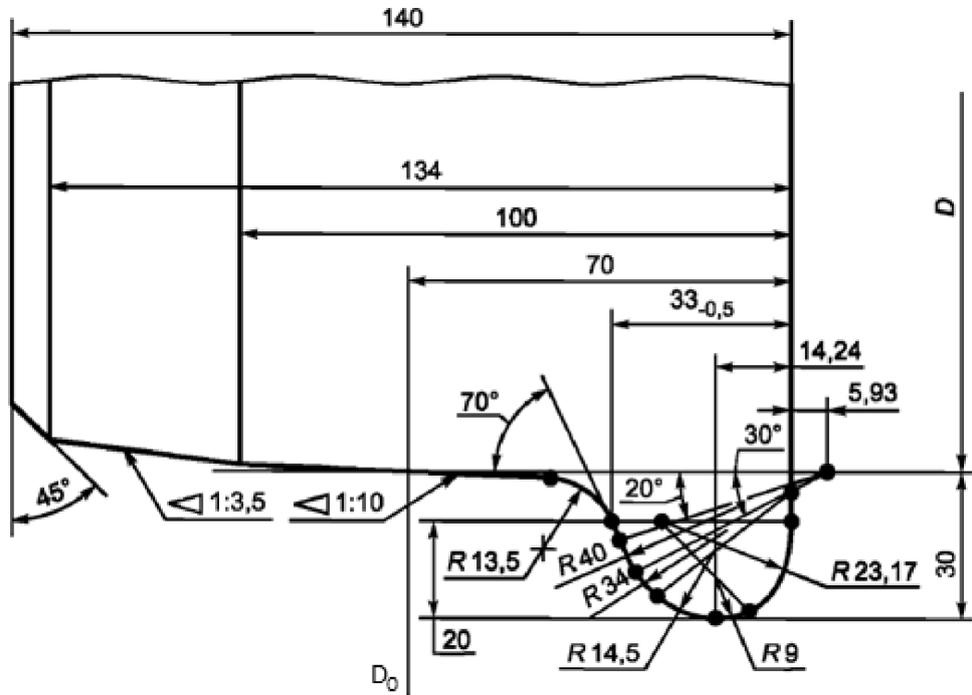
⁽¹⁾ En el caso de las ruedas interiores de los bogies de tres ejes se permite una dimensión de 21 mm.

En la figura 3 se define el perfil de rueda nueva para locomotoras y ramas de tren cuya velocidad máxima sea 200 km/h.

▼ M5

Figura 3

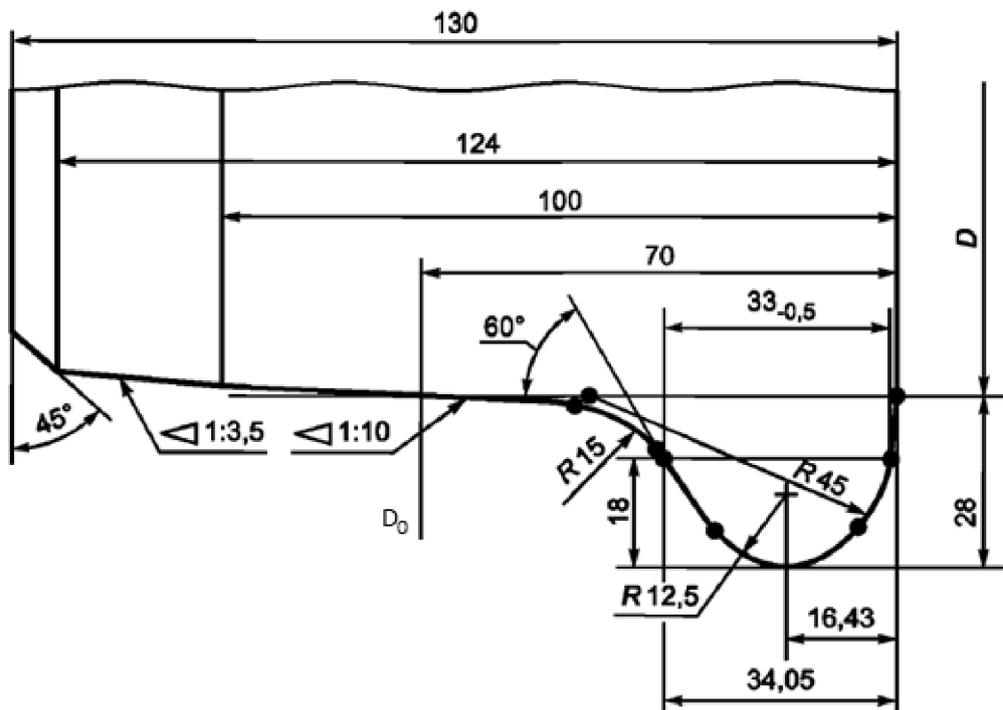
Perfil de rueda nueva para locomotoras y ramas de tren cuya velocidad máxima sea 200 km/h



En la figura 4 se define el perfil de rueda nueva para ramas de tren cuya velocidad máxima sea 130 km/h.

Figura 4

Perfil de rueda nueva para ramas de tren cuya velocidad máxima sea 130 km/h



▼ **M5****Caso específico de Finlandia («P»)**

El diámetro mínimo de la rueda será 400 mm.

Para el material rodante que circule entre la red finlandesa de 1 524 mm de ancho y la red de 1 520 mm de un tercer país, está permitido utilizar ejes montados especiales diseñados para adaptarse a las diferencias de ancho de vía.

Caso específico de Irlanda («P»)

Las dimensiones geométricas de las ruedas (definidas en la figura 2) se ajustarán a los valores límite especificados en el cuadro 21:

Cuadro 21

Límites en servicio de las dimensiones geométricas de la rueda

	Denominación	Diámetro de rueda D (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
1 600 mm	Anchura de la llanta (B_R) (con rebaba máxima de 5 mm)	$690 \leq D \leq 1\,016$	137	139
	Espesor de la pestaña (S_d)	$690 \leq D \leq 1\,016$	26	33
	Altura de la pestaña (S_h)	$690 \leq D \leq 1\,016$	28	38
	Inclinación de la pestaña (q_R)	$690 \leq D \leq 1\,016$	6,5	—

Caso específico del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

Las dimensiones geométricas de los ejes montados y las ruedas (definidas en la figura 1 y la figura 2) se ajustarán a los valores límite especificados en el cuadro 22:

Cuadro 22

Límites en servicio de las dimensiones geométricas de los ejes montados y la rueda

	Denominación	Diámetro de rueda D (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
1 600 mm	Distancia entre caras activas de pestaña (SR) $SR = AR + S_{d,izquierda} + S_{d,derecha}$	$690 \leq D \leq 1\,016$	1 573	1 593,3
	Distancia entre caras internas (AR)	$690 \leq D \leq 1\,016$	1 521	1 527,3
	Anchura de la llanta (BR) (con rebaba máxima de 5 mm)	$690 \leq D \leq 1\,016$	127	139
	Espesor de la pestaña (S_d)	$690 \leq D \leq 1\,016$	24	33
	Altura de la pestaña (S_h)	$690 \leq D \leq 1\,016$	28	38
	Inclinación de la pestaña (q_R)	$690 \leq D \leq 1\,016$	6,5	—

▼ **M5****Caso específico de España para anchos de vía de 1 668 mm («P»)**

El valor mínimo del espesor de la pestaña (S_d) para el diámetro de la rueda $D \geq 840$ mm será 25 mm.

Para los diámetros de rueda $330 \text{ mm} \leq D < 840$ mm, el valor mínimo será 27,5 mm.

Caso específico de la República Checa («T0»)

En el caso de las ruedas interiores de los bogies de 3 ejes, que no intervienen en el guiado sobre la vía, se permiten valores límite más bajos de las dimensiones geométricas de las ruedas que los exigidos en el cuadro 1 y en el cuadro 2 para el espesor de la pestaña (S_d) y para la distancia entre caras activas de pestaña (S_R).

7.3.2.6a. Radio mínimo de curva (4.2.3.6)

Caso específico de Irlanda («P»)

En el caso del sistema de ancho de vía de 1 600 mm, el radio mínimo de curva que debe negociarse será de 105 m para todas las unidades.

7.3.2.7. No se utiliza

7.3.2.8. Efectos aerodinámicos (4.2.6.2)

Caso específico de Italia («P»)

Variaciones máximas de presión en los túneles (4.2.6.2.3):

Para la explotación sin restricciones en las líneas existentes, teniendo en cuenta los numerosos túneles de 54 m^2 de sección transversal que se atraviesan a 250 km/h y los de $82,5 \text{ m}^2$ de sección transversal que se atraviesan a 300 km/h, las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 190 km/h cumplirán los requisitos establecidos en el cuadro 23:

Cuadro 23

Requisitos para un tren interoperable en circulación sin cruce (con otro material) por un túnel tubular sin inclinación

	Ancho	Caso de referencia		Criterios para el caso de referencia			Velocidad máxima permitida [km/h]
		V_{tr} [km/h]	A_{tu} [m ²]	Δ_{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	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	≤ 210
	GB	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	≤ 210
	GC	200	53,6	$\leq 1\ 750$	$\leq 3\ 000$	$\leq 3\ 700$	≤ 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

▼ **M5**

Si un vehículo no se ajusta a los valores especificados en el cuadro anterior (por ejemplo, un vehículo conforme a la ETI), es posible que deban aplicarse normas de explotación (por ejemplo, restricciones de velocidad).

7.3.2.8a. Mandos de las luces (4.2.7.1.4)

Caso específico de Francia, Luxemburgo, Bélgica, España, Suecia y Polonia («T0»)

El maquinista deberá poder activar los focos de cabeza en modo de intermitencia/parpadeo para informar de una situación de emergencia.

7.3.2.9. No se utiliza

7.3.2.10. No se utiliza

7.3.2.11. Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia (4.2.8.2.2)

Caso específico de Estonia («T1»)

Las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en líneas de corriente continua a 3,0 kV deberán ser capaces de funcionar dentro de los márgenes de tensión y frecuencia establecidos en el punto 7.4.2.1.1 de la ETI ENE.

Caso específico de Francia («T2»)

Para evitar restricciones de uso, las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en líneas de corriente continua de 1,5 kV o de corriente alterna de 25 kV deberán cumplir las características descritas en el registro de la infraestructura (parámetro 1.1.1.2.2.1.3). La corriente máxima en parado por pantógrafo (punto 4.2.8.2.5) permitida en las líneas existentes de corriente continua a 1,5 kV podrá ser inferior a los valores límite establecidos en el punto 4.2.5 de la ETI ENE; en las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en estas líneas, la corriente en parado por pantógrafo deberá limitarse en consecuencia.

Caso específico de Letonia («T1»)

Las unidades eléctricas diseñadas para ser operadas en líneas de corriente continua a 3,0 kV deberán ser capaces de funcionar dentro de los márgenes de tensión y frecuencia establecidos en el punto 7.4.2.4.1 de la ETI ENE.

7.3.2.12. Uso de frenos de recuperación (4.2.8.2.3)

Caso específico de Bélgica («T2»)

A efectos de compatibilidad técnica con el sistema existente, la tensión máxima regenerada a la catenaria (U_{max2} conforme al punto 12.2.1 de la norma EN 50388-1:2022) en la red de 3 kV no será superior a 3,8 kV.

Caso específico de la República Checa («T2»)

A efectos de compatibilidad técnica con el sistema existente, la tensión máxima regenerada a la catenaria (U_{max2} conforme al punto 12.2.1 de la norma EN 50388-1:2022) en la red de 3 kV no será superior a 3,55 kV.

Caso específico de Suecia («T2»)

A efectos de compatibilidad técnica con el sistema existente, la tensión máxima regenerada a la catenaria (U_{max2} conforme al punto 12.2.1 de la norma EN 50388-1:2022) en la red de 15 kV no será superior a 17,5 kV.

▼ M5

- 7.3.2.13. Altura de interacción con los hilos de contacto (nivel de material rodante) (4.2.8.2.9.1.1)

Caso específico de los Países Bajos («T0»)

Para el acceso sin restricciones a las líneas de corriente continua de 1 500 V, la altura máxima del pantógrafo estará limitada a 5 860 mm.

- 7.3.2.14. Geometría del arco del pantógrafo (4.2.8.2.9.2)

Caso específico de Croacia («T1»)

Para su utilización en el sistema de corriente continua a 3 kV de la red existente, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 450 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.1 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Caso específico de Finlandia («T1»)

A efectos de compatibilidad técnica con la red existente, la anchura del arco del pantógrafo no superará los 0,422 metros.

Caso específico de Francia («T2»)

Para su utilización en la red existente, en particular en líneas con sistema de catenaria compatible solo con pantógrafo estrecho, y para su operación en Francia y Suiza, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 450 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.1 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Caso específico de Italia («T0»)

Para su utilización en el sistema de corriente continua de 3 kV y en el sistema de alta velocidad de corriente alterna de 25 kV de la red existente (y adicionalmente en Suiza en el sistema de corriente alterna de 15 kV), se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 450 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367: 2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.1 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Caso específico de Portugal («T0»)

Para su utilización en el sistema de 25 kV 50 Hz de la red existente, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 450 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.1 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Para su utilización en el sistema de corriente continua a 1,5 kV de la red existente, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 2 180 mm de longitud, tal como indica la norma nacional notificada a tal efecto (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Caso específico de Eslovenia («T0»)

Para su utilización en el sistema de corriente continua a 3 kV de la red existente, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 450 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.1 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

Caso específico de Suecia («T0»)

Para su utilización en la red existente, se permite equipar las unidades eléctricas con un pantógrafo cuyo arco tenga una geometría de 1 800 mm de longitud, tal como indica la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B.3, figura B.5 (como alternativa al requisito previsto en el punto 4.2.8.2.9.2).

▼ **M5**

7.3.2.15. Material del frotador (4.2.8.2.9.4.2)

Caso específico de Francia («P»)

Se permite aumentar el contenido de metal de los frotadores de carbono hasta un 60 % en peso cuando se utilicen en líneas de corriente continua a 1 500 V.

7.3.2.16. Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo (4.2.8.2.9.6)

Caso específico de Francia («T2»)

A efectos de compatibilidad técnica con la red existente, las unidades eléctricas destinadas a ser operadas en líneas de corriente continua a 1,5 kV, aparte de los requisitos que contempla el punto 4.2.8.2.9.6, deberán ser validadas teniendo en cuenta una fuerza de contacto media dentro de los márgenes siguientes:

$70 \text{ N} < F_m < 0,00178 * v^2 + 110 \text{ N}$ con un valor de 140 N en parado.

El procedimiento de evaluación de la conformidad (simulación y/o ensayo de conformidad con los puntos 6.1.3.7 y 6.2.3.20) tendrá en consideración las condiciones ambientales siguientes:

condiciones estivales	:	temperatura ambiente $\geq 35 \text{ }^\circ\text{C}$; temperatura del hilo de contacto $> 50 \text{ }^\circ\text{C}$ a efectos de simulación;
condiciones invernales	:	temperatura ambiente $0 \text{ }^\circ\text{C}$; temperatura del hilo de contacto $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a efectos de simulación.

Caso específico de Suecia («T2»)

A efectos de compatibilidad técnica con la red existente en Suecia, la fuerza de contacto estática del pantógrafo se ajustará a los requisitos que establece la norma EN 50367:2020+A1:2022 en su anexo B, tabla B.3, columna SE (55 N). La compatibilidad con estos requisitos se establecerá en el expediente técnico del vehículo.

Caso específico del túnel del Canal de la Mancha («P»)

A efectos de compatibilidad técnica con las líneas existentes, la verificación a nivel de componente de interoperabilidad (puntos 5.3.10 y 6.1.3.7) deberá validar la capacidad del pantógrafo de captar corriente para el rango adicional de alturas del hilo de contacto comprendidas entre 5 920 mm y 6 020 mm.

7.3.2.17. No se utiliza

7.3.2.18. No se utiliza

7.3.2.19. No se utiliza

7.3.2.20. Seguridad contra incendios y evacuación (4.2.10)

Caso específico de Italia («T0»)

A continuación se detallan especificaciones adicionales para las unidades destinadas a ser operadas en los túneles existentes de Italia.

Sistemas de detección de incendios (puntos 4.2.10.3.2 y 6.2.3.23)

Además de en las zonas especificadas en el punto 6.2.3.23, se instalarán sistemas de detección de incendios en todas las zonas de viajeros y de personal del tren.

Sistemas de contención y control de incendios para el material rodante de viajeros (punto 4.2.10.3.4)

▼ **M5**

Además de los requisitos que contempla el punto 4.2.10.3.4, las unidades de material rodante de viajeros de categorías A y B irán equipadas con sistemas activos de contención y control de incendios.

Los sistemas de contención y control de incendios se evaluarán con arreglo a las normas nacionales notificadas sobre sistemas de extinción automática de incendios.

Además de los requisitos que especifica el punto 4.2.10.3.4, las unidades de material rodante de viajeros de categorías A y B irán equipadas con sistemas de extinción automática de incendios en todas las zonas técnicas.

Locomotoras de trenes de mercancías y unidades autopropulsadas destinadas a transportar mercancías: medidas contra la propagación de incendios (punto 4.2.10.3.5) y capacidad de circulación (punto 4.2.10.4.4)

Además de los requisitos que especifica el punto 4.2.10.3.5, las locomotoras de los trenes de mercancías y las unidades autopropulsadas destinadas a transportar mercancías irán equipadas con sistemas de extinción automática de incendios en todas las zonas técnicas.

Además de los requisitos que especifica el punto 4.2.10.4.4, las locomotoras de los trenes de mercancías y las unidades autopropulsadas a transportar mercancías deberán tener una capacidad de circulación equivalente a la capacidad de la categoría B de material rodante de viajeros.

► **M5** Punto ◀ de revisión:

A más tardar el 31 de julio de 2025, el Estado miembro presentará a la Comisión un informe sobre las alternativas posibles a las especificaciones adicionales mencionadas, con el fin de eliminar o reducir significativamente las limitaciones sobre el material rodante causadas por la no conformidad de los túneles con las ETI.

7.3.2.21. Capacidad de circulación (4.2.10.4.4) y sistema de contención y control de incendios (4.2.10.3.4)

Caso específico del túnel del Canal de la Mancha («P»)

El material rodante de viajeros destinado a ser operado en el túnel del Canal de la Mancha será de categoría B, considerando la longitud del túnel.

Debido a la ausencia de puntos para la extinción de incendios con zona segura (véase la ETI de seguridad en los túneles, punto 4.2.1.7), serán de aplicación las modificaciones de los puntos de la presente ETI que se indican a continuación:

Punto 4.2.10.4.4, punto 3

La capacidad de circulación de un material rodante de viajeros destinado a ser operado en el túnel del Canal de la Mancha se demostrará mediante aplicación de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [33], donde las funciones afectadas por un incendio de «tipo 2» serán el frenado y la tracción; estas funciones se evaluarán en las condiciones siguientes:

- durante un intervalo de 30 minutos a una velocidad mínima de 100 km/h, o
- durante un intervalo de 15 minutos a una velocidad mínima de 80 km/h (conforme al punto 4.2.10.4.4) en la condición especificada en la norma nacional notificada a tal efecto por la autoridad responsable de la seguridad del túnel del Canal de la Mancha.

Punto 4.2.10.3.4, puntos 3 y 4

Cuando la capacidad de circulación se especifique para una duración de 30 minutos en conformidad con el punto anterior, la barrera contra incendios entre la cabina de conducción y el compartimento situado detrás de ella (suponiendo que el incendio se declare en el compartimento posterior) deberá cumplir los requisitos de integridad durante un mínimo de 30 minutos (en lugar de 15 minutos).

▼ **M5**

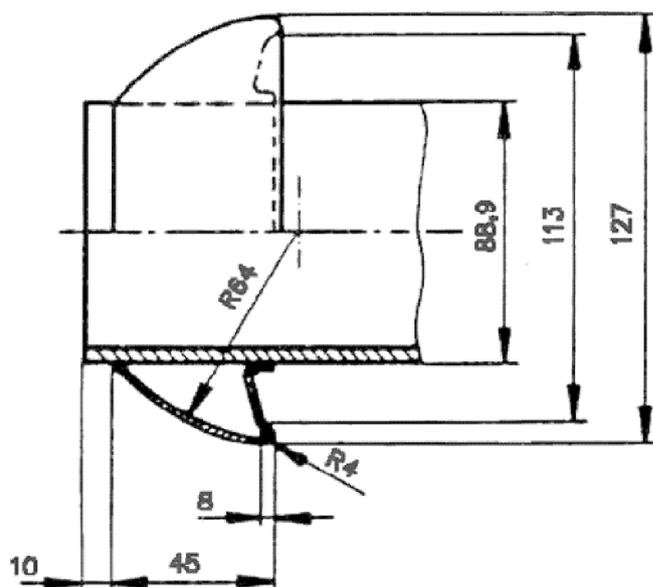
Cuando la capacidad de circulación se especifique para una duración de 30 minutos en conformidad con el punto anterior, y en el caso de los vehículos de pasajeros que no permitan la salida de pasajeros por ambos extremos (no existencia de ruta de evacuación), las medidas para controlar la propagación del calor y los efluentes del fuego (tabiques de sección transversal completa u otros sistemas de contención y control de incendios, barreras contra incendios entre motores de combustión/equipos de suministro eléctrico/equipos de tracción y zonas de viajeros/personal) deberán estar diseñadas para una protección mínima frente a incendios de 30 minutos (en vez de 15 minutos).

7.3.2.22. Interfaz para la descarga de aseos (4.2.11.3)

Caso específico de Finlandia («P»)

Además de lo especificado en el punto 4.2.11.3, o alternativa-mente a ello, está permitido instalar conexiones para la descarga de aseos y para el lavado de los depósitos de descarga sanitaria compatibles con las instalaciones en tierra de la red finlandesa con arreglo a lo indicado en la figura A11.

Figura A1 1

Conexiones para el vaciado del depósito del retrete

Conexión rápida SFS 4428, parte A de la conexión, tamaño DN80

Material: acero inoxidable resistente al ácido.

Sellado en el extremo opuesto del conector.

Definición específica en la norma SFS 4428.

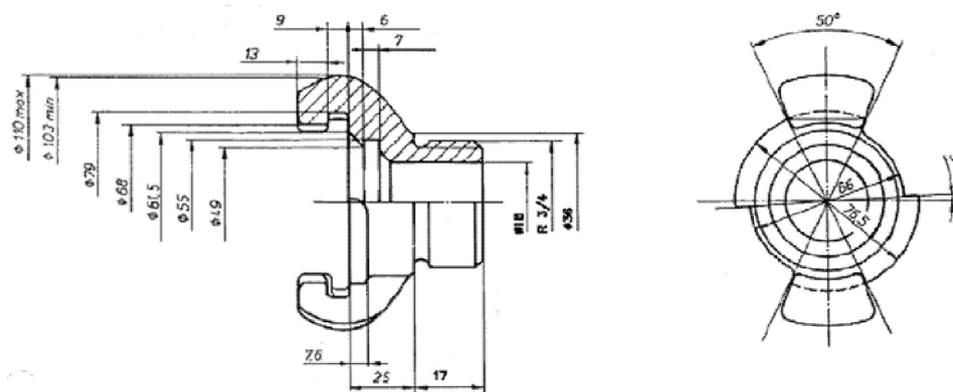
7.3.2.23. Interfaz para la recarga de agua (4.2.11.5)

Caso específico de Finlandia («P»)

Además de lo especificado en el punto 4.2.11.5, o alternativa-mente a ello, está permitido instalar conexiones para la recarga de agua compatibles con las instalaciones en tierra de la red finlandesa con arreglo a lo indicado en la figura A111.

▼ **M5**

Figura A III
Interfaz para la recarga de agua



Tipo: Conector C para lucha contra incendios NCU1.

Material: latón o aluminio.

Definición específica en la norma SFS 3802 (sellado definido por cada fabricante)

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

Además de lo especificado en el punto 4.2.11.5, o alternatively a ello, está permitido instalar una interfaz de recarga de agua de tipo boquilla. Esta interfaz de recarga de agua de tipo boquilla debe cumplir los requisitos previstos en las normas técnicas nacionales notificadas a tal efecto.

7.3.2.24. **Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes (4.2.11.6)**

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

La corriente eléctrica de apoyo proporcionada desde el exterior a los trenes estacionados debe cumplir los requisitos previstos en las normas técnicas nacionales notificadas a tal efecto.

7.3.2.25. **Equipos de repostaje de combustible (4.2.11.7)**

Caso específico de Finlandia («P»)

Para poder repostar en la red finlandesa, el depósito de combustible de las unidades con una interfaz de repostaje diésel tiene que ir equipado con un regulador de rebose conforme a las normas SFS 5684 y SFS 5685.

Caso específico de Irlanda y del Reino Unido en lo que respecta a Irlanda del Norte («P»)

La interfaz de los equipos de repostaje de combustible debe cumplir los requisitos previstos en las normas técnicas nacionales notificadas a tal efecto.

▼ **M5**

7.3.2.26. Material rodante procedente de terceros países (aspectos generales)

Caso específico de Finlandia («P»)

La aplicación de normas técnicas nacionales en lugar de los requisitos de la presente ETI está permitida para el material rodante de terceros países que vaya a utilizarse en la red finlandesa de 1 524 mm para el tráfico entre Finlandia y las redes de 1 520 mm de terceros países.

7.3.2.27. No se utiliza

7.4. Condiciones ambientales específicas

Condiciones específicas de Austria

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red austriaca en condiciones invernales cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- se proporcionará capacidad adicional al deflector de obstáculos para apartar nieve, tal y como se especifica en el punto 4.2.6.1.2 para condiciones severas de nieve, hielo y granizo,
- las locomotoras y cabezas motrices estarán equipadas con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Bulgaria

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red búlgara en condiciones invernales cuando se cumpla la condición siguiente:

- las locomotoras y los automotores estarán equipados con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Croacia

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red croata en condiciones invernales cuando se cumpla la condición siguiente:

- los vehículos de tracción y los vehículos con cabina de conducción estarán equipados con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Estonia, Letonia y Lituania

Para el acceso sin restricciones del material rodante a la red estonia, letona y lituana en condiciones invernales, deberá demostrarse que este cumple los requisitos siguientes:

- se seleccionará la zona de temperatura T2 especificada en el punto 4.2.6.1.1,
- se seleccionarán las condiciones severas de nieve, hielo y granizo especificadas en el punto 4.2.6.1.2, excluido el escenario «Ventisquero de nieve».

Condiciones específicas de Finlandia

Para el acceso sin restricciones del material rodante a la red finlandesa en condiciones invernales, deberá demostrarse que este cumple los requisitos siguientes:

- se seleccionará la zona de temperatura T2 especificada en el punto 4.2.6.1.1,
- se seleccionarán las condiciones severas de nieve, hielo y granizo especificadas en el punto 4.2.6.1.2, excluido el escenario «Ventisquero de nieve»,
- en lo que respecta al sistema de frenado, se permitirá el acceso sin restricciones a la red finlandesa en condiciones invernales cuando se cumplan las condiciones siguientes:

▼ **M5**

- al menos la mitad de los bogies estarán equipados con un freno de vía magnético para ramas o coches de viajeros de velocidad nominal superior a 140 km/h,
- todos los bogies estarán equipados con un freno de vía magnético para ramas o coches de viajeros de velocidad nominal superior a 180 km/h.

Condiciones específicas de Francia

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red francesa en condiciones invernales cuando se cumpla la condición siguiente:

- las locomotoras y cabezas motrices estarán equipadas con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Alemania

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red alemana en condiciones invernales cuando se cumpla la condición siguiente:

- las locomotoras y cabezas motrices estarán equipadas con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Grecia

Para el acceso sin restricciones a la red griega en condiciones estivales, se seleccionará la zona de temperatura T3 especificada en el punto 4.2.6.1.1.

Se permitirá el acceso sin restricciones a la red griega en condiciones invernales cuando se cumpla la condición siguiente:

- los vehículos de tracción estarán equipados con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de Portugal

Para el acceso sin restricciones a la red portuguesa en:

- a) condiciones estivales, se seleccionará la zona de temperatura T3 especificada en el punto 4.2.6.1.1,
- b) condiciones invernales, las locomotoras estarán equipadas con un sistema de enarenado.

Condiciones específicas de España

Para el acceso sin restricciones a la red española en condiciones estivales, se seleccionará la zona de temperatura T3 especificada en el punto 4.2.6.1.1.

Condiciones específicas de Suecia

Para el acceso sin restricciones del material rodante a la red sueca en condiciones invernales, deberá demostrarse que este cumple los requisitos siguientes:

- se seleccionará la zona de temperatura T2 especificada en el punto 4.2.6.1.1,
- se seleccionarán las condiciones severas de nieve, hielo y granizo especificadas en el punto 4.2.6.1.2.

7.5.

Aspectos que han de tenerse en cuenta en el proceso de revisión o en otras actividades de la Agencia

A raíz del análisis realizado durante el proceso de redacción de la presente ETI, se han señalado aspectos de interés para el futuro desarrollo del sistema ferroviario de la UE.

Estos aspectos se dividen en tres grupos diferentes:

- 1) aspectos ya cubiertos por un parámetro básico en la presente ETI, con una posible evolución de la especificación correspondiente cuando se revise la ETI;

▼ **M5**

- 2) aspectos no considerados en el actual estado de la técnica como parámetros básicos, pero que son objeto de proyectos de investigación;
- 3) aspectos relevantes en el marco de los estudios en curso relacionados con el sistema ferroviario de la UE, que no pertenecen al ámbito de aplicación de las ETI.

Estos aspectos se señalan a continuación, clasificados según el desglose del punto 4.2 de la ETI.

7.5.1. *Aspectos relacionados con un parámetro básico de la presente ETI*

7.5.1.1. Parámetro de carga por eje (punto 4.2.3.2.1)

Este parámetro básico cubre la interfaz entre la infraestructura y el material rodante en lo que se refiere a la carga vertical.

Es necesario desarrollar en mayor profundidad la comprobación de la compatibilidad con la ruta en lo que respecta a la compatibilidad estática y dinámica.

En lo que respecta a la compatibilidad dinámica, todavía no se dispone de ningún método armonizado de clasificación del material rodante que incluya los requisitos relativos a la compatibilidad con el modelo de carga de alta velocidad (HSLM):

- deben seguir desarrollándose los requisitos de la ETI de Locomotoras y Coches de viajeros sobre la base de las conclusiones del CEN a fin de incorporar al anexo E de la norma EN1991-2 los requisitos del material rodante necesarios para la compatibilidad dinámica, incluida la compatibilidad con las estructuras conformes con el modelo de carga de alta velocidad (HSLM),
- deben crearse nuevas características básicas de diseño: «Conformidad del diseño del vehículo con el modelo de carga de alta velocidad (HSLM)»,
- debe hacerse referencia a un proceso armonizado a efectos de comprobación de la compatibilidad con la ruta en el apéndice D.1 de la ETI OPE, basado en el Registro de la Infraestructura (RINF) y el RETAV,
- los documentos exigidos en el parámetro 1.1.1.1.2.4.4 del Registro de la Infraestructura (RINF) deben armonizarse en la medida de lo posible para facilitar la comprobación automática de la compatibilidad con la ruta.

7.5.1.2. No se utiliza

7.5.1.3. Efectos aerodinámicos en vía con balasto (punto 4.2.6.2.5)

Se han establecido requisitos acerca de los efectos aerodinámicos sobre las vías con balasto para unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior a 250 km/h.

Dado que los últimos avances no permiten establecer un requisito armonizado ni una metodología de evaluación, la ETI permite la aplicación de normas nacionales.

▼ **M5**

Esto deberá ser revisado para tener en cuenta lo siguiente:

- estudio de levantamientos de balasto y su correspondiente impacto sobre la seguridad (en su caso),
- desarrollo de una metodología armonizada y rentable aplicable en la UE.

7.5.2. *Aspectos no relacionados con un parámetro básico en la presente ETI, pero objeto de proyectos de investigación*

7.5.2.1. No se utiliza

7.5.2.2. Otras actividades relacionadas con las condiciones para disponer de una autorización de tipo de vehículo y/o una autorización de puesta en el mercado que no estén limitadas a un área de uso concreta

A fin de facilitar la libre circulación de locomotoras y coches de viajeros, en la punto 7.1.1.5 se establecen las condiciones para disponer de una autorización de puesta en el mercado no limitada a un área de uso concreta.

Estas disposiciones deben complementarse con valores límite armonizados para las corrientes de interferencia y los campos magnéticos a nivel de unidad, bien como porcentaje del valor definido para una unidad de influencia, bien como valores límite absolutos. Estos límites armonizados se determinarán sobre la base de los casos específicos o los documentos técnicos mencionados en el artículo 13 de la ETI CMS y la futura norma EN 50728, cuya publicación está prevista para 2024.

La especificación de las interfaces entre coches destinados a ser utilizados en explotación general debe detallarse en mayor profundidad en el punto 7.1.1.5.2 con el objetivo de facilitar la intercambiabilidad de dichos coches (coches nuevos y existentes).

7.5.2.3. Equipamiento del material rodante con plazas para bicicletas: repercusiones del Reglamento sobre los derechos de los pasajeros

El artículo 6, apartado 4, del Reglamento (UE) 2021/782 del Parlamento Europeo y del Consejo⁽¹⁾ especifica los requisitos para equipar el material rodante con plazas para bicicletas.

Será necesario prever plazas para bicicletas en caso de:

- un cambio importante en la distribución y en la disposición del mobiliario de la zona de viajeros, y
- cuando la arriba mencionada rehabilitación del material rodante existente conlleve la necesidad de una nueva autorización del vehículo para su puesta en el mercado.

De conformidad con el principio especificado en el ► **M5** punto ◀ 7.1.2.2, punto 1, en caso de rehabilitaciones importantes que afecten a otras partes y a otros parámetros básicos distintos de la distribución y la disposición del mobiliario de la zona de viajeros podría no ser necesario equipar el material rodante con plazas para bicicletas.

⁽¹⁾ Reglamento (UE) 2021/782 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2021, sobre los derechos y las obligaciones de los viajeros de ferrocarril (versión refundida) (DO L 172 de 17.5.2021, p. 1).

▼ B

APÉNDICES

▼ M5

Apéndice A:	No se utiliza
Apéndice B:	Perfil «T» del ancho de vía de 1 520 mm
Apéndice C:	Disposiciones especiales para el material rodante auxiliar
Apéndice D:	No se utiliza
Apéndice E:	Medidas antropométricas del maquinista
Apéndice F:	Visibilidad delantera
Apéndice G:	Mantenimiento diario
Apéndice H:	Evaluación del subsistema de material rodante
Apéndice I:	Aspectos para los cuales no se dispone de especificación técnica (puntos abiertos)
Apéndice J:	Especificaciones técnicas a las que se refiere la presente ETI
Apéndice J-1:	Normas o documentos normativos
Apéndice J-2:	Documentos técnicos
Apéndice K:	Proceso de validación de nuevas piezas de extremo del freno de vía magnético (MTB)
Apéndice L:	Cambios en los requisitos y regímenes transitorios

▼ M3

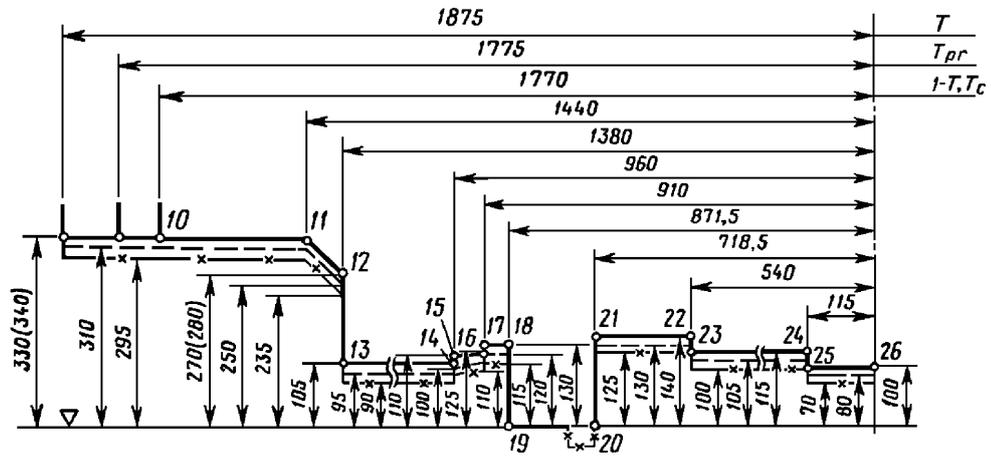
Apéndice A

Suprimido deliberadamente

▼ B

Nota: Para el material rodante destinado a circular por vías de ancho 1 520 mm, con la excepción del paso por instalaciones de clasificación equipadas con frenos de vía.

Perfil de referencia de partes bajas



Nota: Para el material rodante destinado a circular por vías de 1 520 mm, con capacidad para pasar por instalaciones de clasificación y frenos de vía.

▼ M5*Apéndice C***Disposiciones especiales para el material rodante auxiliar****C.1 Resistencia de la estructura del vehículo**

Los requisitos del punto 4.2.2.4 se complementan de la siguiente manera:

El bastidor de la unidad deberá poder resistir, o bien las cargas estáticas de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1], o bien las cargas estáticas de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [51], sin rebasar los valores permisibles fijados en ellas.

La correspondiente categoría estructural de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [51], es la siguiente:

- en el caso de las unidades para las que no se permiten las maniobras por gravedad o por lanzamiento: F-II;
- para todas las demás unidades: F-I.

La aceleración en la dirección *x* con arreglo, o bien a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [1], cuadro 13, o bien a la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [51], cuadro 10, será ± 3 g.

C.2 Elevación y levante con gatos

La caja de las unidades llevará incorporados puntos de elevación mediante los cuales pueda elevarse o levantarse con gatos la unidad al completo, de forma segura. Se definirá la ubicación de los puntos de elevación y levante con gatos.

A fin de facilitar el trabajo durante las reparaciones o inspecciones, o para situar las máquinas en la vía, estas irán equipadas longitudinalmente a ambos lados de la unidad con al menos dos puntos de elevación, mediante los cuales podrán levantarse las unidades vacías o cargadas.

Para permitir la colocación de dispositivos de levante con gatos, se dejarán espacios libres debajo de los puntos de elevación, que no estarán ocupados por piezas no desmontables. Los casos de carga corresponderán a los escogidos en el apéndice C.1 y se aplicarán a la elevación y el levante con gatos en las operaciones en talleres y de mantenimiento diario.

C.3 Comportamiento dinámico en circulación

Se permite que las características en circulación se determinen mediante ensayos en circulación o por referencia a una maquinaria de vía de tipo similar homologada, de conformidad con el punto 4.2.3.4.2 de la presente ETI, o bien por simulación. El comportamiento en circulación puede acreditarse mediante la simulación de los ensayos descritos en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [9] (con las excepciones especificadas a continuación), cuando haya un modelo validado de vía representativa y de condiciones de funcionamiento de la máquina.

Se aplicarán las siguientes desviaciones adicionales:

- i) se aceptará siempre el método simplificado para este tipo de máquinas;
- ii) si la máquina no puede obtener por sí misma la velocidad de ensayo exigida, deberá ser remolcada para efectuar los ensayos.

El modelo de máquina para la simulación de las características en circulación se validará comparando los resultados del modelo con los resultados de los ensayos en circulación cuando se utilicen los mismos datos de características de la vía.

▼ M5

Un modelo validado es un modelo de simulación que ha sido verificado mediante un ensayo en circulación real que excite la suspensión lo suficiente y en el que haya una estrecha correlación entre los resultados del ensayo en circulación y las predicciones del modelo de simulación en la misma vía de ensayo.

C.4 Aceleración a la velocidad máxima

No se requiere una aceleración residual, tal como se especifica en el punto 4.2.8.1.2, punto 5, para los vehículos especiales.

▼ M5

Apéndice D

No se utiliza

▼ **M5**

Apéndice E

Medidas antropométricas del maquinista

Los datos indicados a continuación constituyen el «estado de la técnica» y deberán ser utilizados.

— Medidas antropométricas principales de los maquinistas más bajos y más altos:

se tendrán en cuenta las dimensiones indicadas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [62].

▼ **M5***Apéndice F***Visibilidad delantera****F.1. Aspectos generales**

El diseño de la cabina facilitará que el maquinista vea toda la información externa que sirva para la tarea de conducción y lo protegerá de cualquier fuente externa de interferencia visual. Esto incluirá los aspectos siguientes:

- se reducirá el centelleo en el borde inferior del parabrisas, que puede causar fatiga,
- se proporcionará protección del sol y del reflejo de las luces delanteras de los trenes que circulen en dirección contraria, sin reducir la visión que el maquinista tiene de las señales exteriores, del resto de señales y de cualquier otra información visual,
- la ubicación del equipo de la cabina no bloqueará ni distorsionará la visión que tenga el maquinista de la información exterior,
- las dimensiones, la ubicación, la forma y el acabado (lo que incluye el mantenimiento) de las ventanas no obstaculizarán la visión exterior del maquinista y facilitarán la tarea de conducción,
- la ubicación, el tipo y la calidad de los dispositivos de limpieza del parabrisas asegurarán que el maquinista pueda tener una vista exterior clara en la mayor parte de las condiciones climáticas y de explotación, y no obstaculizarán la vista exterior del maquinista.
- la cabina de conducción estará diseñada de tal manera que el maquinista mire al frente al conducir,
- la cabina de conducción estará diseñada de manera que permita al maquinista, de pie o sentado en la posición de conducción, tener una línea de visión clara y sin obstáculos a fin de distinguir las señales fijas colocadas tanto a la derecha como a la izquierda de la vía, según se define en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [62].

Las normas indicadas en el apéndice anterior rigen las condiciones de visibilidad para cada dirección de circulación a lo largo de vía recta y en curvas con un radio igual o superior a 300 m. Estas normas se aplican a la posición o las posiciones del maquinista.

Notas:

Cuando se trate de una cabina equipada con dos asientos de maquinista (opción con dos posiciones de conducción), se aplicarán a las dos posiciones de sentado.

Para las locomotoras con cabina central y para los vehículos especiales, el punto 4.2.9.1.3.1 de la ETI especifica condiciones particulares.

F.2. Posición de referencia del vehículo en relación con la vía

Se aplicará la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [62].

Los suministros y la carga útil se considerarán según lo definido en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [6], y en el punto 4.2.2.10.

F.3. Posición de referencia para los ojos de los miembros de la tripulación

Se aplicará la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [62].

La distancia entre los ojos del maquinista en posición de sentado y el parabrisas será igual o superior a 500 mm.

F.4. Condiciones de visibilidad

Se aplicará la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [62].

▼B

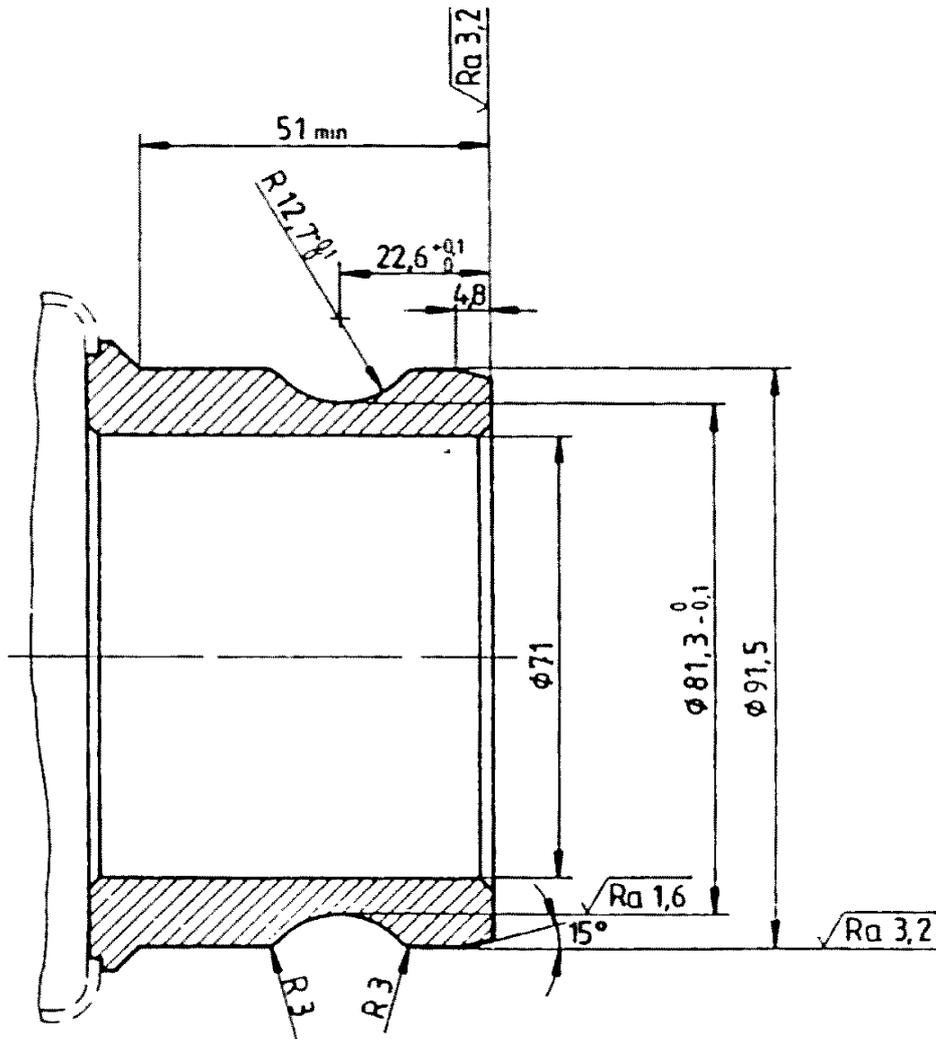
Apéndice G

Mantenimiento diario

Rácores para el sistema de descarga de retretes en material rodante

Figura G1

Boquilla de evacuación (parte interior)

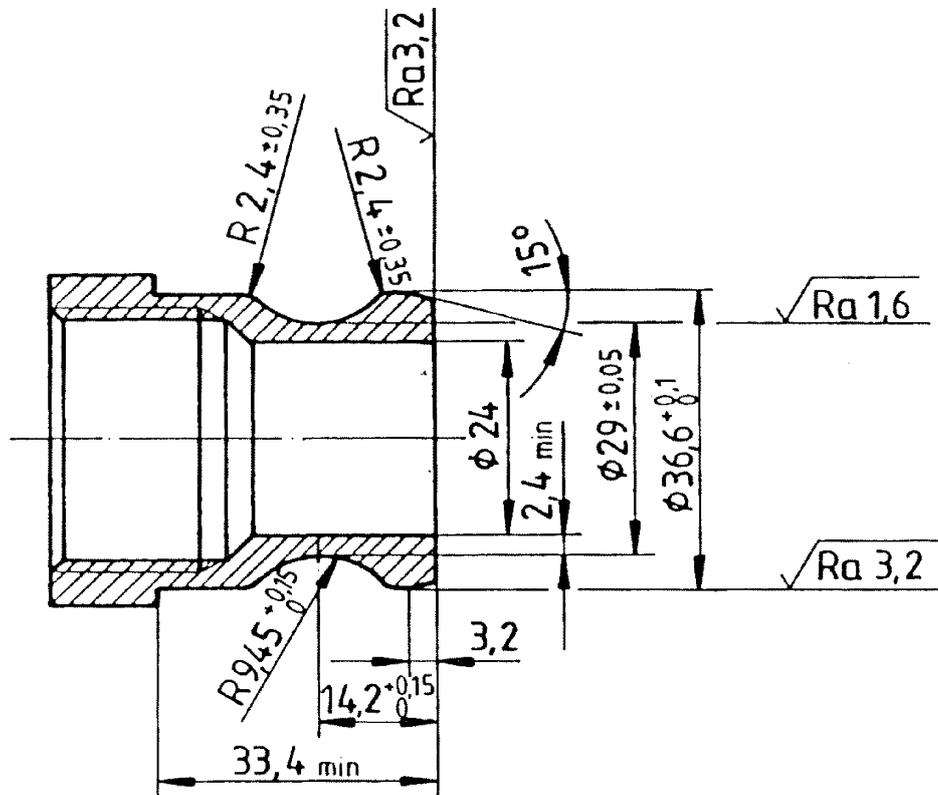
Tolerancias generales $\pm 0,1$

Material: acero inoxidable

▼B

Figura G2

Rácor de descarga opcional para la cisterna del retrete (parte interior)

Tolerancias generales $\pm 0,1$

Material: acero inoxidable

▼ **M3***Apéndice H***Evaluación del subsistema de material rodante****H.1 Ámbito de aplicación**

En el presente apéndice se describe la evaluación de la conformidad del subsistema de material rodante.

H.2 Características y módulos

Las características del subsistema que deben evaluarse en las distintas fases de diseño, desarrollo y producción aparecen marcadas con una cruz (X) en el cuadro H.1. Una cruz en la columna 4 del cuadro H.1 indica que las características pertinentes se verificarán mediante ensayo de cada subsistema de manera independiente.

*Cuadro H.1***Evaluación del subsistema de material rodante**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Estructura y partes mecánicas	4.2.2				
Enganche interno	4.2.2.2.2	X	n.a.	n.a.	—
Enganche final	4.2.2.2.3	X	n.a.	n.a.	—
CI acoplador automático de tope central	5.3.1	X	X	X	—
CI enganche final manual	5.3.2	X	X	X	—
Enganche de rescate	4.2.2.2.4	X	X	n.a.	—
CI enganche de rescate	5.3.3	X	X	X	—
Acceso del personal para el enganche y el desenganche	4.2.2.2.5	X	X	n.a.	—
Pasarelas	4.2.2.3	X	X	n.a.	—
Resistencia de la estructura del vehículo	4.2.2.4	X	X	n.a.	—
Seguridad pasiva	4.2.2.5	X	X	n.a.	—
Elevación y levante con gatos	4.2.2.6	X	X	n.a.	—
Fijación de dispositivos en la estructura del vehículo	4.2.2.7	X	n.a.	n.a.	—
Puertas de acceso para el personal y la carga	4.2.2.8	X	X	n.a.	—
Características mecánicas del cristal	4.2.2.9	X	n.a.	n.a.	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Condiciones de carga y masa	4.2.2.10	X	X	X	6.2.3.1
Interacción con la vía y gálibo	4.2.3				
Gálibo	4.2.3.1	X	n.a.	n.a.	—
Carga por rueda	4.2.3.2.2	X	X	n.a.	6.2.3.2
Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	4.2.3.3.1	X	X	X	—
Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes	4.2.3.3.2	X	X	n.a.	—
Seguridad contra el descarrilamiento en la circulación por vías alabeadas	4.2.3.4.1	X	X	n.a.	6.2.3.3
Requisitos de comportamiento dinámico en circulación	4.2.3.4.2 letra a)	X	X	n.a.	6.2.3.4
Sistemas activos: requisito de seguridad	4.2.3.4.2 letra b)	X	n.a.	n.a.	6.2.3.5
Valores límite para la seguridad en circulación	4.2.3.4.2.1	X	X	n.a.	6.2.3.4
Valores límite del esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.2.2	X	X	n.a.	6.2.3.4
Conicidad equivalente	4.2.3.4.3	X	n.a.	n.a.	—
Valores de diseño de los perfiles de las ruedas nuevas	4.2.3.4.3.1	X	n.a.	n.a.	6.2.3.6
Valores en servicio de la conicidad equivalente del eje montado	4.2.3.4.3.2	X			—
Diseño estructural del bastidor del bogie	4.2.3.5.1	X	X.	n.a.	—
Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	4.2.3.5.2.1	X	X	X	6.2.3.7
Características mecánicas y geométricas de las ruedas	4.2.3.5.2.2	X	X	X	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Ruedas (CI)	5.3.2	X	X	X	6.1.3.1
Sistemas automáticos de cambio de ancho	4.2.3.5.3	X	X	X	6.2.3.7a
Sistemas automáticos de cambio de ancho (CI)	5.3.4 a	X	X	X	6.1.3.1a
Radio mínimo de curva	4.2.3.6	X	n.a.	n.a.	—
Protección quitapiedras	4.2.3.7	X	n.a.	n.a.	—
Frenado	4.2.4				
Requisitos funcionales	4.2.4.2.1	X	X	n.a.	—
Requisitos de seguridad	4.2.4.2.2	X	n.a.	n.a.	6.2.3.5
Tipo de sistema de frenado	4.2.4.3	X	X	n.a.	—
Mando de freno	4.2.4.4				
Frenado de emergencia	4.2.4.4.1	X	X	X	—
Frenado de servicio	4.2.4.4.2	X	X	X	—
Mando de freno directo	4.2.4.4.3	X	X	X	—
Mando de freno dinámico	4.2.4.4.4	X	X	n.a.	—
Mando de freno de estacionamiento	4.2.4.4.5	X	X	X	—
Prestaciones de frenado	4.2.4.5.				
Requisitos generales	4.2.4.5.1	X	n.a.	n.a.	—
Frenado de emergencia	4.2.4.5.2	X	X	X	6.2.3.8
Frenado de servicio	4.2.4.5.3	X	X	X	6.2.3.9
Cálculos relacionados con la capacidad térmica	4.2.4.5.4	X	n.a.	n.a.	—
Freno de estacionamiento	4.2.4.5.5	X	n.a.	n.a.	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Límite del perfil de adherencia rueda-carril	4.2.4.6.1	X	n.a	n.a	—
Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas	4.2.4.6.2	X	X	n.a	6.2.3.10
Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas (CI)	5.3.5	X	X	X	6.1.3.2
Interfaz con la tracción: sistemas de frenado relacionados con la tracción (eléctricos e hidrodinámicos)	4.2.4.7	X	X	X	—
Sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia	4.2.4.8				
Generalidades	4.2.4.8.1.	X	n.a	n.a	—
Freno de vía magnético	4.2.4.8.2.	X	X	n.a	—
Freno de Foucault	4.2.4.8.3	X	X	n.a.	—
Estado del freno e indicación de avería	4.2.4.9	X	X	X	—
Requisitos de frenado con fines de rescate	4.2.4.10	X	X	n.a	—
Elementos relativos a los viajeros	4.2.5				
Sistemas sanitarios	4.2.5.1	X	n.a	n.a	6.2.3.11
Sistema de comunicación sonora	4.2.5.2	X	X	X	—
Alarma de viajeros	4.2.5.3	X	X	X	—
Alarma de viajeros: requisitos de seguridad	4.2.5.3	X	n.a	n.a	6.2.3.5
Dispositivos de comunicación para viajeros	4.2.5.4	X	X	X	—
Puertas exteriores: entrada y salida del material rodante	4.2.5.5	X	X	X	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Puertas exteriores: requisitos de seguridad	4.2.5.5	X	n.a	n.a	6.2.3.5
Construcción del sistema de puertas exteriores	4.2.5.6	X	n.a	n.a	—
Puertas entre unidades	4.2.5.7	X	X	n.a	—
Calidad del aire interior	4.2.5.8	X	n.a	n.a	6.2.3.12
Ventanas laterales	4.2.5.9	X			—
Condiciones ambientales y efectos aerodinámicos	4.2.6				
Condiciones ambientales	4.2.6.1				
Temperatura	4.2.6.1.1	X	n.a. X ⁽¹⁾	n.a.	—
Nieve, hielo y granizo	4.2.6.1.2	X	n.a. X ⁽¹⁾	n.a.	—
⁽¹⁾ Ensayo de tipo si está definido por el solicitante y tal como este lo haya definido					
Efectos aerodinámicos	4.2.6.2				
Efecto estela en los viajeros situados en el andén y en los trabajadores situados junto a la vía	4.2.6.2.1	X	X	n.a.	6.2.3.13
Pulso de presión por paso de la cabeza del tren	4.2.6.2.2	X	X	n.a.	6.2.3.14
Variación máxima de presión en los túneles	4.2.6.2.3	X	X	n.a.	6.2.3.15
Viento transversal	4.2.6.2.4	X	n.a	n.a.	6.2.3.16
Alumbrado exterior y dispositivos de aviso acústico y visual	4.2.7				
Luces exteriores de cabeza y de cola	4.2.7.1				
Focos de cabeza	4.2.7.1.1	X	X	n.a	-6.1.3.3
CI	5.3.6				

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Luces de posición CI	4.2.7.1.2 5.3.7	X	X	n.a	-6.1. 3.4
Luces de cola CI	4.2.7.1.3 5.3.8	X	X	n.a	-6.1.3.5
Mandos de las luces	4.2.7.1.4	X	X	n.a	—
Bocina	4.2.7.2				
Aspectos generales: alarma acústica CI	4.2.7.2.1 5.3.9	X	X	n.a	-6.1.3.6
Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia	4.2.7.2.2 5.3.9	X	X	n.a	6.2.3.17 6.1.3.6
Protección	4.2.7.2.3	X	n.a	n.a	—
Control	4.2.7.2.4	X	X	n.a	—
Equipo de tracción y eléctrico	4.2.8				
Prestaciones de tracción	4.2.8.1				
Generalidades	4.2.8.1.1				
Requisitos sobre prestaciones	4.2.8.1.2	X	n.a	n.a	—
Alimentación eléctrica	4.2.8.2				
Generalidades	4.2.8.2.1	X	n.a	n.a	—
Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2	X	X	n.a	—
Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3	X	X	n.a	—
Potencia máxima y corriente de la línea aérea de contacto	4.2.8.2.4	X	X	n.a	6.2.3.18
Corriente máxima en parado	4.2.8.2.5	X	X (solo para sistemas de corriente continua)	n.a.	—

▼ **M5**

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Factor de potencia	4.2.8.2.6	X	X	n.a	6.2.3.19
► M5 Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna ◀	4.2.8.2.7	X	X	n.a	—
Función de medición del consumo de energía	4.2.8.2.8	X	X	n.a	—
Requisitos relacionados con el pantógrafo	4.2.8.2.9	X	X	n.a	6.2.3.20 y 21
Pantógrafo (CI)	5.3.10	X	X	X	6.1.3.7
Frotadores (CI)	5.3.11	X	X	X	6.1.3.8
Protección eléctrica del tren CI Disyuntor principal	4.2.8.2.10 5.3.12	X	X	n.a	—
Protección contra los riesgos eléctricos	4.2.8.4	X	X	n.a	—
Cabina y explotación	4.2.9				
Cabina de conducción	4.2.9.1	X	n.a	n.a	—
Generalidades	4.2.9.1.1	X	n.a	n.a	—
Entrada y salida	4.2.9.1.2	X	n.a	n.a	—
Entrada y salida en condiciones de servicio	4.2.9.1.2.1.	X	n.a	n.a	—
Salida de emergencia de la cabina de conducción	4.2.9.1.2.2.	X	n.a	n.a	—
Visibilidad exterior	4.2.9.1.3	X	n.a	n.a	—
Visibilidad delantera	4.2.9.1.3.1	X	n.a	n.a	—
Vista trasera y lateral	4.2.9.1.3.2.	X	n.a	n.a	—
Distribución interior	4.2.9.1.4	X	n.a	n.a	—

▼ **M5**▼ **M3**

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Asiento del conductor	4.2.9.1.5	X	n.a	n.a	—
CI	5.3.13	X	X	X	
Pupitre de conducción: ergonomía	4.2.9.1.6	X	n.a	n.a	—
Control de la climatización y calidad del aire	4.2.9.1.7	X	X	n.a	6.2.3.12
Iluminación interior	4.2.9.1.8	X	X	n.a	—
Parabrisas: características mecánicas	4.2.9.2.1	X	X	n.a	6.2.3.22
Parabrisas: características ópticas	4.2.9.2.2	X	X	n.a	6.2.3.22
Equipos del extremo delantero	4.2.9.2.3	X	X	n.a	—
Interfaz hombre-máquina	4.2.9.3				
Función de control de la actividad del maquinista	4.2.9.3.1	X	X	X	—
Indicación de la velocidad	4.2.9.3.2	—	—	—	—
Pantallas y consolas del maquinista	4.2.9.3.3	X	X	n.a	—
Controles e indicadores	4.2.9.3.4	X	X	n.a	—
Marcado interior	4.2.9.3.5	X	n.a	n.a	—
Función de control remoto por radio por parte del personal para maniobras	4.2.9.3.6	X	X	n.a	—
Dotación y equipos portátiles	4.2.9.4	X	n.a	n.a	—
Almacenamiento de efectos personales de los trabajadores	4.2.9.5	X	n.a	n.a	—
Registrador	4.2.9.6	X	X	X	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Seguridad contra incendios y evacuación	4.2.10				
Aspectos generales y categorías	4.2.10.1	X	n.a	n.a	—
Medidas de prevención de incendios	4.2.10.2	X	X	n.a	—
Medidas de detección y control de incendios	4.2.10.3	X	X	n.a	—
Requisitos aplicables a situaciones de emergencia	4.2.10.4	X	X	n.a	—
Requisitos aplicables a situaciones de evacuación	4.2.10.5	X	X	n.a	—
Mantenimiento diario	4.2.11				
Limpieza del parabrisas de la cabina de conducción	4.2.11.2	X	X	n.a	—
Conexión al sistema de descarga de aseos CI	4.2.11.3 5.3.14	X	n.a	n.a	—

M5					
M3					
Interfaz para la recarga de agua CI	4.2.11.5 5.3.15	X	n.a	n.a	—
Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de los trenes	4.2.11.6	X	X	n.a	—
Equipos de repostaje de combustible	4.2.11.7	X	n.a	n.a	—
Limpieza interior del tren: alimentación eléctrica	4.2.11.8	X	n.a	n.a	—
Documentación para la explotación y el mantenimiento	4.2.12				
Generalidades	4.2.12.1	X	n.a	n.a	—
Documentación general	4.2.12.2	X	n.a	n.a	—

▼ **M3**

1		2	3	4	5
Características que deben evaluarse, según lo especificado en la ► M5 punto ◀ 4.2 de la presente ETI		Fase de diseño y desarrollo		Fase de producción	Procedimiento de evaluación particular
		Análisis de diseño	Ensayo de tipo	Ensayo serie	
Elemento del subsistema «material rodante»	► M5 Punto ◀				► M5 Punto ◀
Documentación relacionada con el mantenimiento	4.2.12.3	X	n.a	n.a	—
Expediente de justificación del diseño del mantenimiento	4.2.12.3.1	X	n.a	n.a	—
Expediente de descripción del mantenimiento	4.2.12.3.2	X	n.a	n.a	—
Documentación sobre la explotación	4.2.12.4	X	n.a	n.a	—
Diagrama de levante e instrucciones	4.2.12.4	X	n.a	n.a	—
Descripciones relacionadas con el rescate	4.2.12.5	X	n.a	n.a	—

▼ **M5***Apéndice I***Aspectos para los cuales no se dispone de especificación técnica****(puntos abiertos)**

Puntos abiertos relacionados con la compatibilidad técnica entre el vehículo y la red:

Elemento del subsistema de material rodante	Punto de la presente ETI	Aspecto técnico no cubierto por la presente ETI	Observaciones
Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	4.2.3.3.1	Véase la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [A].	También se identifican puntos abiertos en la ETI de control-mando y señalización.
Comportamiento dinámico en circulación en el sistema de ancho de vía de 1 520 mm	4.2.3.4.2 4.2.3.4.3	Comportamiento dinámico en circulación. Conicidad equivalente.	Los documentos normativos a los que se refiere la ETI se basan en la experiencia adquirida sobre la base del ancho de vía de 1 435 mm.
Conicidad equivalente para el sistema de ancho de vía de 1 600 mm	4.2.3.4.3	Comportamiento dinámico en circulación. Conicidad equivalente.	Los documentos normativos a los que se refiere la ETI se basan en la experiencia adquirida sobre la base del ancho de vía de 1 435 mm.
Sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia	4.2.4.8.3	Freno de Foucault.	Las condiciones de uso del freno de Foucault para la compatibilidad técnica con la vía no están armonizadas.
Efecto aerodinámico en vía con balasto para material rodante con velocidad máxima de diseño > 250 km/h	4.2.6.2.5	Valores límite y evaluación de la conformidad a efectos de limitar los riesgos inducidos por la proyección de balasto.	Trabajos en curso en el CEN. Punto abierto también en la ETI de Infraestructura.

Puntos abiertos no relacionados con la compatibilidad técnica entre el vehículo y la red:

Elemento del subsistema de material rodante	Punto de la presente ETI	Aspecto técnico no cubierto por la presente ETI	Observaciones
Sistemas de contención y control de incendios	4.2.10.3.4	Evaluación de la conformidad de los sistemas de contención y control que no sean tabiques completos.	Procedimiento de evaluación de la eficiencia para controlar incendios y humos desarrollado por el CEN conforme a una solicitud de norma por parte de la Agencia Ferroviaria Europea (ERA).

▼ M5

Apéndice J

Especificaciones técnicas a las que se refiere la presente ETI

J-1 Normas o documentos normativos

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[1]	EN 12663-1:2010+A1:2014 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 1: Locomotoras y material rodante de viajeros (y método alternativo para vagones de mercancías).		
[1.1]	Enganche interno para las unidades articuladas	4.2.2.2.2, punto 3	6.5.3, 6.7.5
[1.2]	Resistencia de la estructura del vehículo: aspectos generales	4.2.2.4, punto 3	5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6
[1.3]	Resistencia de la estructura del vehículo: método de verificación	4.2.2.4, punto 4	9.2, 9.3
[1.4]	Resistencia de la estructura del vehículo: requisitos alternativos para el material rodante auxiliar	Apéndice C Punto C.1	6.1 a 6.5
[1.5]	Elevación y levante con gatos: cargas para el diseño de la estructura	4.2.2.6, punto 9	6.3.2, 6.3.3
[1.6]	Elevación y levante con gatos: demostración de la resistencia	4.2.2.6, punto 9	9.2, 9.3
[1.7]	Fijación de dispositivos en la estructura del vehículo	4.2.2.7, punto 3	6.5.2, 6.7.3
[1.8]	Diseño estructural del bastidor del bogie: conexión entre la caja y el bogie	4.2.3.5.1, punto 2	6.5.1, 6.7.2
[2]	EN 16839:2022 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante ferroviario. Disposición de la traviesa de cabecera.		
[2.1]	Acceso del personal para el enganche y el desenganche: espacio para el personal de maniobras	4.2.2.2.5, punto 2	4
[2.2]	Enganche final: compatibilidad entre las unidades, tipo UIC manual Instalación de los topes y del enganche de husillo	4.2.2.2.3, letra b), inciso b-2), punto 1	5, 6
[2.3]	Dimensiones y disposición de las tuberías y mangas, enganches y válvulas de freno	4.2.2.2.3, letra b), inciso b-2), punto 2	7, 8
[2.4]	Enganche de rescate: interfaz con la unidad de recuperación	4.2.2.2.4, punto 3, letra a)	7
[3]	EN 15227:2020 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos de resistencia a la colisión para cajas de vehículos ferroviarios.		
[3.1]	Seguridad pasiva: aspectos generales	4.2.2.5	4, 5, 6, 7 y anexos B, C, D (excluido el anexo A)

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[3.2]	Seguridad pasiva: categorías	4.2.2.5, punto 5	5.1, tabla 1
[3.3]	Seguridad pasiva: escenarios	4.2.2.5, punto 6	5.2, 5.3, 5.4 (excluido el anexo A)
[3.4]	Seguridad pasiva: requisitos	4.2.2.5, punto 7	6.1, 6.2, 6.3, 6.4 (excluido el anexo A)
[3.5]	Seguridad pasiva: deflector de obstáculos	4.2.2.5, punto 8	6.5.1
[3.6]	Protección quitapiedras	4.2.3.7	6.6.1
[3.7]	Condiciones ambientales: deflector de obstáculos	4.2.6.1.2, punto 4	6.5.1
[4]	EN 16404:2016 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos relativos al encarrilamiento y la recuperación de vehículos ferroviarios.		
[4.1]	Elevación y levante con gatos: geometría de los puntos permanentes	4.2.2.6, punto 7	5.2, 5.3
[4.2]	Elevación y levante con gatos: geometría de los puntos móviles	4.2.2.6, punto 7	5.2, 5.3
[5]	EN 15877-2:2013 Aplicaciones ferroviarias. Marcado de vehículos ferroviarios. Parte 2: Marcados exteriores en coches de viajeros, unidades automotrices, locomotoras y en maquinaria de vía.		
[5.1]	Elevación y levante con gatos: marcado	4.2.2.6, punto 8	4.5.19
[5.2]	Coches destinados a utilizarse en explotación general	7.1.1.5.1, punto 23	4.5.5.1, 4.5.6.3
[6]	EN 15663:2017+A1:2018 Aplicaciones ferroviarias. Masas de referencia de los vehículos.		
[6.1]	Condiciones de carga y masa: condiciones de carga	4.2.2.10, punto 1	4.5
[6.2]	Condiciones de carga y masa: hipótesis de condiciones de carga	4.2.2.10, punto 2	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 5, 6, 7.1, 7.2, 7.3 (condiciones de diseño)
[7]	EN 15273-2:2013+A1:2016 Aplicaciones ferroviarias. Gálibos. Parte 2: Gálibos del material rodante.		
[7.1]	Gálibo: método, perfil de referencia	4.2.3.1, puntos 3 y 4	5 y, en función del perfil: anexo A (G1), B (GA,GB,GC), C (GB1,GB2), D (GI3), E(G2), F (FIN1), G(FR3,3), H (BE1,BE2, BE3),I (PTb,PTb+,PTc), J(SEa,Sec), K(OSJD), L(DE1 DE2 DE3), M(NL1NL2), P(GHE16....)

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[7.2]	Gálibo: método, perfil de referencia Verificación del gálibo del pantógrafo	4.2.3.1, punto 5	A.3.12
[7.3]	Gálibo: método, perfil de referencia Verificación de los frenos de Foucault	4.2.4.8.3, punto 3	5 y, en función del perfil: anexo A (G1), B (GA,GB,GC), C (GB1,GB2), D (GI3), E(G2), F (FIN1), G(FR3,3), H (BE1,BE2, BE3),I (PTb,PTb+,PTc), J(SEa,Sec), K(OSJD), L(DE1 DE2 DE3), M(NL1NL2), P(GHE16....)
[8]	EN 15437-1:2009 Aplicaciones ferroviarias. Monitorización de la condición de las cajas de grasa. Requisitos de interfaz y diseño. Parte 1: Equipo al lado de la vía y cajas de grasa del material rodante.		
[8.1]	Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes: zona visible para el equipo situado en tierra	4.2.3.3.2.2, puntos 1 y 2a 7.3.2.3	5.1, 5.2
[9]	EN 14363:2016+ A2:2022 Aplicaciones ferroviarias. Ensayos y simulaciones para la aceptación de las características dinámicas de los vehículos ferroviarios. Comportamiento dinámico y ensayos estáticos.		
[9.1]	Márgenes de la carga por eje	4.2.3.4.1 4.2.3.4.2, punto 4	1.1, 5.3.2
[9.2]	Combinaciones de velocidad e insuficiencia de peralte	4.2.3.4.2, punto 3	1.4, 7.3.1
[9.3]	Parámetros de esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.2, punto 5	7.5.1, 7.5.3
[9.4]	Comportamiento dinámico en circulación: valores límite para la seguridad en circulación	4.2.3.4.2.1	7.5.1, 7.5.2
[9.5]	Comportamiento dinámico en circulación: valores límite del esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.2.2, punto 1	7.5.1, 7.5.3
[9.6]	Seguridad contra el descarrilamiento en la circulación por vías alabeadas	6.2.3.3, punto 1	4, 5, 6.1
[9.7]	Comportamiento dinámico en circulación: método de verificación	6.2.3.4, punto 1	7
[9.8]	Comportamiento dinámico en circulación: criterios de evaluación	6.2.3.4, punto 1	4, 5
[9.9]	Valores de diseño de los perfiles de rueda nueva: evaluación de la conicidad equivalente	6.2.3.6, punto 1	Anexo O, anexo P
[9.10]	Conformidad de los vehículos con la inclinación de carril	7.1.2, cuadro 17a, nota ⁽¹⁾	4, 5, 6, 7

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[9.11]	Disposición para vehículos especiales: simulación de los ensayos	Apéndice C Sección C.3	Anexo T
[10]	EN 15528:2021 Aplicaciones ferroviarias. Categorías de línea para la gestión de las interfaces entre límites de cargas de los vehículos y la infraestructura		
[10.1]	Categoría de línea EN como resultado de la categorización de la unidad	4.2.3.2.1, punto 2	6,1, 6,3, 6,4
[10.2]	Valor estándar de la carga útil en las zonas de permanencia de pie	4.2.3.2.1, punto 2a	Tabla 4, columna 2
[10.3]	Documentación donde figure la carga útil utilizada en las zonas de permanencia de pie	4.2.3.2.1, punto 2c	6.4.1
[11]	EN 13749:2021 Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies. Métodos para especificar los requisitos estructurales de los bastidores de bogie.		
[11.1]	Diseño estructural del bastidor del bogie	4.2.3.5.1, punto 1 4.2.3.5.1, punto 3	6.2
[12]	EN 14198:2016+A1:2018+A2:2021 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Requisitos para el sistema de frenado de trenes remolcados por locomotora.		
[12.1]	Frenado: tipo de sistema de freno, sistema de freno UIC	4.2.4.3	5.4
[12.2]	Coches destinados a utilizarse en explotación general	7.1.1.5.2, punto 3	5.3.2.6, 5.4
[13]	EN 14531-1:2015+A1:2018 Aplicaciones ferroviarias. Métodos para el cálculo de las distancias de frenado de parada y desaceleración e inmovilización. Parte 1: Algoritmos generales		
[13.1]	Prestaciones de frenado, cálculo: aspectos generales	4.2.4.5.1, punto 1	4
[13.2]	Prestaciones de frenado de emergencia: cálculo	4.2.4.5.2, punto 3	4
[13.3]	Prestaciones de frenado de servicio: cálculo	4.2.4.5.3, punto 1	4
[13.4]	Prestaciones del freno de estacionamiento: cálculo	4.2.4.5.5, punto 3	5
[13.5]	Prestaciones de frenado: coeficiente de fricción	4.2.4.5.1, punto 2	4.4.6
[13.6]	Prestaciones de frenado de emergencia: tiempo de respuesta/tiempo de retardo	4.2.4.5.2, punto 1	4.4.8.2.1, 4.4.8.3

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[14]	EN 14531-2:2015 Aplicaciones ferroviarias. Métodos para el cálculo de las distancias de frenado de parada y desaceleración e inmovilización. Parte 2: Cálculos paso a paso para composiciones de tren o vehículos aislados.		
[14.1]	Prestaciones de frenado, cálculo: aspectos generales	4.2.4.5.1, punto 1	4, 5
[14.2]	Prestaciones de frenado de emergencia: cálculo	4.2.4.5.2, punto 3	4, 5
[14.3]	Prestaciones de frenado de servicio: cálculo	4.2.4.5.3, punto 1	4, 5
[15]	EN 15595:2018+AC:2021 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Protección contra el deslizamiento de la rueda.		
[15.1]	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas: diseño	4.2.4.6.2, punto 6	5,1, 5,2, 5,4
[15.2]	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas: método de verificación y programa de ensayos	6.1.3.2, punto 1	6.1.1, 6,2, 6,5, 7
[15.3]	Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas: sistema de supervisión de giro de las ruedas	4.2.4.6.2, punto 8	5.1.7
[15.4]	Protección antideslizamiento de las ruedas: método de verificación de las prestaciones	6.2.3.10, punto 1	6,3, 7
[16]	EN 16207:2014+A1:2019 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Criterios funcionales y de rendimiento de los sistemas de frenos electromagnéticos de vía para su uso en material rodante ferroviario.		
[16.1]	Freno de vía magnético	4.2.4.8.2, punto 3 Apéndice K	Anexo C
[17]	EN 14752:2019+A1:2021 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de puerta de acceso para material rodante.		
[17.1]	Detección de obstáculos en las puertas: sensibilidad	4.2.5.5.3, punto 5	5.2.1.4.1
[17.2]	Detección de obstáculos en las puertas: fuerza máxima	4.2.5.5.3, punto 5	5.2.1.4.2.2
[17.3]	Apertura de emergencia de las puertas: fuerza manual para abrir las puertas	4.2.5.5.9, punto 6	5.5.1.5
[17.4]	Coches destinados a utilizarse en explotación general: dispositivo de control de puertas	7.1.1.5.2, punto 10	5.1.1, 5.1.2, 5.1.5, 5.1.6
[18]	EN 50125-1:2014 Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 1: Material rodante y equipos embarcados.		
[18.1]	Condiciones ambientales: temperatura	4.2.6.1.1, punto 1	4.3

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[18.2]	Condiciones ambientales: condiciones de nieve, hielo y granizo	4.2.6.1.2, punto 1	4.7
[18.3]	Condiciones ambientales: temperatura	7.1.1.5.2, punto 4	4.3
[19]	EN 14067-6:2018 Aplicaciones ferroviarias. Aerodinámica. Parte 6: Requisitos y procedimientos de ensayo para la evaluación del viento cruzado.		
[19.1]	Efectos aerodinámicos: viento transversal método de verificación	4.2.6.2.4, punto 2	5
[19.2]	Efectos aerodinámicos: viento transversal para las unidades cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h	4.2.6.2.4, punto 3	5
[20]	EN 15153-1:2020 Aplicaciones ferroviarias. Dispositivos externos de aviso ópticos y acústicos para trenes. Parte 1: Luces de cabeza, de posición y de cola para ferrocarril convencional.		
[20.1]	Focos de cabeza: color	4.2.7.1.1, punto 4	5.3.3
[20.2]	Focos de cabeza: intensidad luminosa «plena potencia» y «atenuada»	4.2.7.1.1, punto 5	5.3.3 y 5.3.4, tabla 2, primera línea
[20.3]	Focos de cabeza: medios de alineación	4.2.7.1.1, punto 6	5.3.3, 5.3.5
[20.4]	Luces de posición: color	4.2.7.1.2, punto 6, letra a)	5.4.3.1, tabla 4
[20.5]	Luces de posición: distribución espectral de la radiación	4.2.7.1.2, punto 6, letra b)	5.4.3.2
[20.6]	Luces de posición: intensidad luminosa	4.2.7.1.2, punto 6, letra c)	5.4.4 tabla 6
[20.7]	Luces de cola: color	4.2.7.1.3, punto 4, letra a)	5.5.3 tabla 7
[20.8]	Luces de cola: intensidad luminosa	4.2.7.1.3, punto 4, letra b)	5.5.4 tabla 8
[20.9]	Focos de cabeza: color	6.1.3.3, punto 1	5.3.3, 6.3
[20.10]	Focos de cabeza: intensidad luminosa	6.1.3.3, punto 1	5.3.3, 6.4
[20.11]	Luces de posición: color	6.1.3.4, punto 1	6.3
[20.12]	Luces de posición: intensidad luminosa	6.1.3.4, punto 1	6.4
[20.13]	Luces de cola: color	6.1.3.5, punto 1	6.3
[20.14]	Luces de cola: intensidad luminosa	6.1.3.5, punto 1	6.4
[20.15]	Luces de posición: medios de alineación	4.2.7.1.2, punto 7	5.4.5
[21]	EN 15153-2:2020 Aplicaciones ferroviarias. Dispositivos externos de aviso ópticos y acústicos para trenes. Parte 2: Avisadores sonoros para ferrocarril convencional.		
[21.1]	Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia	4.2.7.2.2, punto 1	5.2.2

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[21.2]	Bocina: sonido	6.1.3.6, punto 1	6
[21.3]	Bocina: nivel de presión acústica	6.1.3.6, punto 1	6
[21.4]	Bocina: nivel de presión acústica	6.2.3.17, punto 1	6
[22]	EN 50388-1:2022 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre las instalaciones fijas de tracción eléctricas y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad. Parte 1: Generalidades		
[22.1]	Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3, punto 1	12.2.1
[22.2]	Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto: regulación automática de corriente	4.2.8.2.4, punto 2	7.3
[22.3]	Factor de potencia: método de verificación	4.2.8.2.6, punto 1	6
[22.4]	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna	4.2.8.2.7, punto 1	10 (excepto 10.2)
[22.5]	Protección eléctrica del tren: coordinación de la protección	4.2.8.2.10, punto 3	11
[22.6]	Disyuntor principal: coordinación de la protección	5.3.12, punto 4	11.2, 11.3
[22.7]	Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto: método de verificación	6.2.3.18, punto 1	15.3.1
[22.8]	Factor de potencia: método de verificación	6.2.3.19, punto 1	15.2
[23]	EN 50206-1:2010 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Pantógrafos: Características y ensayos. Parte 1: Pantógrafos para vehículos de línea principal.		
[23.1]	Rango de alturas de trabajo del pantógrafo (nivel de CI): características	4.2.8.2.9.1.2, punto 2	4.2, 6.2.3
[23.2]	Capacidad de corriente del pantógrafo (nivel de CI)	4.2.8.2.9.3a, punto 2	6.13.2
[23.3]	Bajada del pantógrafo (nivel de material rodante): tiempo de bajada del pantógrafo	4.2.8.2.9.10, punto 1	4.7
[23.4]	Bajada del pantógrafo (nivel de material rodante): dispositivo de descenso automático (DDA)	4.2.8.2.9.10, punto 3	4.8
[23.5]	Pantógrafo: método de verificación	6.1.3.7, punto 2	6.3.1
[24]	EN 50367:2020+A1:2022 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto.		
[24.1]	Corriente máxima en parado	4.2.8.2.5, punto 1	7.2, tabla 5
[24.2]	Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2, punto 5	5.3.2.3

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[24.3]	Geometría del arco del pantógrafo: tipo 1 600 mm	4.2.8.2.9.2.1, punto 1	Anexo A.2, figura A.6
[24.4]	Geometría del arco del pantógrafo: tipo 1 950 mm	4.2.8.2.9.2.2, punto 1	Anexo A.2, figura A.7
[24.5]	Pantógrafo: temperatura del hilo de contacto	6.1.3.7, punto 1a	7.2
[25]	No se utiliza		
[26]	EN 50119:2020 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica.		
[26.1]	Bajada del pantógrafo (nivel de material rodante): distancia de aislamiento dinámico	4.2.8.2.9.10, punto 1	Tabla 2
[27]	EN 50153:2014-05/A1:2017-08/A2:2020-01 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos.		
[27.1]	Protección contra los riesgos eléctricos	4.2.8.4, punto 1	5, 6, 7, 8
[28]	EN 15152:2019 Aplicaciones ferroviarias. Parabrisas frontales de cabinas de tren.		
[28.1]	Parabrisas: resistencia a los impactos de proyectiles	4.2.9.2.1, punto 2	6.1
[28.2]	Parabrisas: resistencia a la fragmentación	4.2.9.2.1, punto 2	6.1
[28.3]	Parabrisas: separación de la imagen secundaria	4.2.9.2.2, punto 2, letra a)	5.2.1
[28.4]	Parabrisas: distorsión óptica	4.2.9.2.2, punto 2, letra b)	5.2.2
[28.5]	Parabrisas: difusión	4.2.9.2.2, punto 2, letra c)	5.2.3
[28.6]	Parabrisas: transmitancia de luz	4.2.9.2.2, punto 2, letra d)	5.2.4
[28.7]	Parabrisas: cromaticidad	4.2.9.2.2, punto 2, letra e)	5.2.5
[28.8]	Parabrisas: características	6.2.3.22, punto 1	5.2.1 a 5.2.5 6.1
[29]	EN/IEC 62625-1:2013+A11:2017 Material electrónico ferroviario. Sistema a bordo de registro de datos de conducción. Parte 1: Especificación del sistema.		
[29.1]	Registrador: requisitos funcionales	4.2.9.6, punto 2, letra a)	4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4
[29.2]	Registrador: prestaciones de registro	4.2.9.6, punto 2, letra b)	4.3.1.2.2
[29.3]	Registrador: integridad	4.2.9.6, punto 2, letra c)	4.3.1.4

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[29.4]	Registrador: protección de la integridad de los datos	4.2.9.6, punto 2, letra d)	4.3.1.5
[29.5]	Registrador: nivel de protección	4.2.9.6, punto 2, letra e)	4.3.1.7
[29.6]	Registrador: hora del día y fecha	4.2.9.6, punto 2, letra f)	4.3.1.8
[30]	EN 45545-2:2020 Aplicaciones ferroviarias. Protección contra el fuego de vehículos ferroviarios. Parte 2: Requisitos para el comportamiento frente al fuego de los materiales y componentes.		
[30.1]	Medidas de prevención de incendios: requisitos de los materiales	4.2.10.2.1, punto 2	4, 5, 6
[30.2]	Medidas específicas para líquidos inflamables	4.2.10.2.2, punto 2	Tabla 5
[31]	EN 1363-1:2020 Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.		
[31.1]	Medidas de protección contra la propagación de incendios para el material rodante de viajeros: ensayo de tabiques	4.2.10.3.4, punto 3	4 a 12
[31.2]	Medidas de protección contra la propagación de incendios para el material rodante de viajeros: ensayo de tabiques	4.2.10.3.5, punto 3	4 a 12
[32]	EN 13272-1:2019 Aplicaciones ferroviarias. Alumbrado eléctrico para el material rodante de sistemas de transporte público. Parte 1: Sistemas ferroviarios pesados.		
[32.1]	Alumbrado de emergencia: nivel de iluminación	4.2.10.4.1, punto 5	4.3, 5.3
[33]	EN 50553:2012/A2:2020 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos para la capacidad de rodadura en caso de fuego a bordo del material rodante.		
[33.1]	Capacidad de circulación	4.2.10.4.4, punto 3	5, 6
[34]	EN 16362:2013 Aplicaciones ferroviarias. Estaciones de servicio. Equipo de llenado de agua.		
[34.1]	Interfaz para la recarga de agua	4.2.11.5, punto 2	4.1.2 figura 1
[35]	EN/IEC 60309-2:1999/A11:2004, A1: 2007 y A2:2012 Tomas de corriente para usos industriales. Parte 2: Requisitos de intercambiabilidad dimensional para los accesorios de espigas y alvéolos.		
[35.1]	Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes: suministro de energía auxiliar, externo y local	4.2.11.6, punto 2	8

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[36]	EN 16019:2014 Aplicaciones ferroviarias. Acoplador automático. Requisitos de rendimiento, geometría específica de la interfaz y métodos de ensayo.		
[36.1]	Acoplador automático de tope central: tipo 10 El tipo de enganche final (interfaz mecánica y neumática de la cabeza)	5.3.1, punto 1	4
[37]	EN 15551:2022 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante ferroviario. Topes.		
[37.1]	Enganche final manual: tipo UIC	5.3.2, punto 1	6.2.2, anexo A
[38]	EN 15566:2022 Aplicaciones ferroviarias. Material rodante ferroviario. Órganos de tracción y tensor de enganche.		
[38.1]	Enganche final manual: tipo UIC	5.3.2, punto 1	Anexos B, C y D, excepto la dimensión «a» de la figura B.1 del anexo B, que se considerará informativa
[39]	EN 15020:2022 Aplicaciones ferroviarias. Enganche de socorro. Requisitos relativos a las prestaciones, geometría de interfaces y métodos de ensayo.		
[39.1]	Enganche de rescate: enganche de rescate en combinación con el «tipo 10»	5.3.3, punto 1	4.2.1, 4.2.2, 4.3, 4.5.1, 4.5.2, 4.6 y 5.1.2
[40]	EN 13979-1:2020 Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies. Ruedas monobloque. Procedimiento de aprobación técnica. Parte 1: Ruedas forjadas y laminadas.		
[40.1]	Ruedas: cálculos de resistencia mecánica	6.1.3.1, punto 1	8
[40.2]	Ruedas: criterios de decisión para ruedas forjadas y laminadas	6.1.3.1, punto 2	8
[40.3]	Ruedas: especificación para el método de verificación adicional (ensayo en banco)	6.1.3.1, punto 2	8
[40.4]	Ruedas: método de verificación Comportamiento termomecánico	6.1.3.1, punto 5	7
[41]	EN 50318:2018+A1:2022 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Validación de la simulación de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto.		
[41.1]	Pantógrafo: comportamiento dinámico	6.1.3.7, punto 3	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
[41.2]	Pantógrafo: disposición de los pantógrafos	6.2.3.21, punto 2	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[42]	EN 50317:2012/AC:2012+A1:2022 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Requisitos y validaciones de medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto.		
[42.1]	Pantógrafo: características de interacción	6.1.3.7, punto 3	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
[42.2]	Comportamiento dinámico de la captación de corriente: ensayos dinámicos	6.2.3.20, punto 1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
[42.3]	Disposición de los pantógrafos	6.2.3.21, punto 2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
[43]	EN 50405:2015+A1:2016 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Pantógrafos, métodos de ensayo para bandas de frotamiento.		
[43.1]	Frotadores: método de verificación	6.1.3.8, punto 1	7.2, 7.3 7.4, 7.6 7.7
[44]	EN 13674-1:2011+A1:2017 Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 1: Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m.		
[44.1]	Conicidad equivalente: definiciones de tramo de carril	6.2.3.6: cuadros 12, 14 y 16	figuras A.15, A.23 y A.24
[45]	EN 13715:2020 Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies. Ruedas. Perfil de rodadura.		
[45.1]	Conicidad equivalente: definiciones de perfil de rueda	6.2.3.6, puntos 1, 2 y 3	anexo B y anexo C
[46]	EN 13260:2020 Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies. Ejes montados. Requisitos de producto.		
[46.1]	Eje montado: montaje	6.2.3.7, punto 1	4.2.1
[47]	EN 13103-1:2017 Aplicaciones ferroviarias. Ejes montados y bogies. Parte 1: Método de diseño de los ejes con manguetas exteriores.		
[47.1]	Eje montado: ejes motorizados y ejes sin motor, método de verificación	6.2.3.7, punto 2	5, 6, 7
[47.2]	Eje montado: ejes motorizados y ejes sin motor, criterios de decisión	6.2.3.7, punto 2	8
[48]	EN 12082:2017+A1:2021 Aplicaciones ferroviarias. Cajas de grasa. Ensayo de funcionamiento.		
[48.1]	Cajas de grasa/rodamientos	6.2.3.7, punto 6	7

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[49]	EN 14067-4:2013+A1:2018 Aplicaciones ferroviarias. Aerodinámica. Parte 4: Requisitos y procedimientos de ensayo aerodinámicos al aire libre.		
[49.1]	Efecto estela: ensayos a escala real	6.2.3.13, punto 1	6.2.2.1
[49.2]	Efecto estela: evaluación simplificada	6.2.3.13, punto 2	4.2.4 y límites del tabla 7
[49.3]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren: método de verificación	6.2.3.14, punto 1	6.1.2.1
[49.4]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren: CFD	6.2.3.14, punto 1	6.1.2.4
[49.5]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren: maqueta en movimiento	6.2.3.14, punto 1	6.1.2.2
[49.6]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren: método de evaluación simplificada	6.2.3.14, punto 2	4.1.4 y límites del tabla 4
[49.7]	Efecto estela: Definición de puntos de medición	4.2.6.2.1, punto 1	4.2.2.1, tabla 5
[49.8]	Tren de referencia para formaciones fijas/predefinidas	4.2.6.2.1, punto 3	4.2.2.2
[49.9]	Formación para unidades individuales equipadas con cabina de conducción	4.2.6.2.1, punto 3	4.2.2.3
[49.10]	Tren de referencia para unidades destinadas a explotación general	4.2.6.2.1, punto 3	4.2.2.4
[49.11]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren. Presión máxima de pico a pico	4.2.6.2.2, punto 2	Tabla 2
[49.12]	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren: posiciones de medición	4.2.6.2.2, punto 2	4.1.2
[50]	EN 14067-5:2021/AC:2023 Aplicaciones ferroviarias. Aerodinámica. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo aerodinámicos dentro de túneles.		
[50.1]	Variaciones de presión en los túneles: aspectos generales	4.2.6.2.3, punto 1	5.1
[50.2]	Unidad evaluada en formación fija o predefinida	4.2.6.2.3, punto 2	5.1.2.2
[50.3]	Unidad evaluada para explotación general y equipada con una cabina de conducción	4.2.6.2.3, punto 2	5.1.2.3
[50.4]	Coches para explotación general	4.2.6.2.3, punto 2	5.1.2.4
[50.5]	Procedimiento de evaluación de la conformidad	6.2.3.15	5.1.4, 7.2.2, 7.2.3, 7.3

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[50.6]	Autorización única. Coches destinados a utilizarse en tráfico mixto en túneles: cargas aerodinámicas	7.1.1.5.1, punto 14	6.3.9
[51]	EN 12663-2:2010 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 2: Vagones de mercancías		
[51.1]	Resistencia estructural	Apéndice C Punto C.1	5.2.1 a 5.2.4
[52]	CLC/TS 50534:2010 Aplicaciones ferroviarias. Arquitecturas de sistemas genéricos para sistemas auxiliares de suministro de energía eléctrica embarcados		
[52.1]	Línea de suministro de energía monopolar	4.2.11.6, punto 2	Anexo A
[53]	IEC 61375-1:2012 Equipos electrónicos para ferrocarriles. Red de comunicaciones del tren. Parte 1: Arquitectura general		
[53.1]	Autorización única: redes de comunicación	7.1.1.5.1, punto 18	5, 6
[53.2]	Coches destinados a utilizarse en explotación general: redes de comunicación	7.1.1.5.2, punto 12	5, 6
[54]	EN 16286-1:2013 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de intercurrencia entre vehículos. Parte 1: Aplicaciones generales.		
[54.1]	Pasarelas: conexiones de intercomunicación con burletes de goma	7.1.1.5.2, punto 6	Anexos A y B
[55]	EN 50463-3:2017 Aplicaciones ferroviarias. Medición de la energía a bordo de los trenes. Parte 3: Tratamiento de la información.		
[55.1]	Función de localización a bordo: requisitos	4.2.8.2.8.1, punto 7	4.4
[55.2]	La compilación y el tratamiento de datos en el sistema de tratamiento de datos: metodología de evaluación	6.2.3.19a, punto 2	5.4.8.3, 5.4.8.5 y 5.4.8.6
[56]	EN 50463-2:2017/AC:2018-10 Aplicaciones ferroviarias. Medición de la energía a bordo de los trenes. Parte 2: Medición de la energía.		
[56.1]	Función de medición de energía: precisión para la medición de energía activa	4.2.8.2.8.2, punto 3	4.2.3.1 a 4.2.3.4
[56.2]	Función de medición de energía: designaciones de clase	4.2.8.2.8.2, punto 4	4.3.3.4, 4.3.4.3 y 4.4.4.2

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[56.3]	Función de medición de energía: evaluación de la precisión de los dispositivos	6.2.3.19a, punto 1	5.4.3.4.1, 5.4.3.4.2, 5.4.4.3.1
[56.4]	Función de medición de energía: valores para el rango de la magnitud de entrada y del factor de potencia	6.2.3.19a, punto 1	Tabla 3
[56.5]	Función de medición de energía: efectos de la temperatura en la precisión	6.2.3.19a, punto 1	5.4.3.4.3.1 y 5.4.4.3.2.1
[56.6]	Función de medición de energía: coeficiente de temperatura media de cada dispositivo. Metodología de evaluación	6.2.3.19a, punto 1	5.4.3.4.3.2 y 5.4.4.3.2.2
[57]	EN 50463-1:2017 Aplicaciones ferroviarias. Medición de la energía a bordo de los trenes. Parte 1: Generalidades.		
[57.1]	Función de medición de energía: identificación del punto de consumo. Definición	4.2.8.2.8.3, punto 4	4.2.5.2
[58]	EN 50463-4:2017 Aplicaciones ferroviarias. Medición de la energía a bordo de los trenes. Parte 4: Comunicación.		
[58.1]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: servicios de aplicación (capa de servicio) del SME	4.2.8.2.8.4, punto 1	4.3.3.1
[58.2]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: derechos de acceso de usuario	4.2.8.2.8.4, punto 2	4.3.3.3
[58.3]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: esquema XML de la estructura (capa de datos)	4.2.8.2.8.4, punto 3	4.3.4
[58.4]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: métodos y esquema XML del mecanismo de mensajes (capa de mensajes)	4.2.8.2.8.4, punto 4	4.3.5
[58.5]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: protocolos de aplicación para soportar el mecanismo de mensajes	4.2.8.2.8.4, punto 5	4.3.6
[58.6]	Intercambio de datos entre el SME y el SCD: arquitectura de comunicación del SME	4.2.8.2.8.4, punto 6	4.3.7
[59]	EN 50463-5:2017 Aplicaciones ferroviarias. Medición de la energía a bordo de los trenes. Parte 5: Evaluación de la conformidad.		
[59.1]	Sistema embarcado de medición de energía: ensayos	6.2.3.19a, punto 3	5.3.3 y 5.5.4
[60]	Reservado		
[61]	IRS UIC 50558:2017 Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Control remoto e interfaces de cables de datos. Características técnicas normalizadas.		

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[61.1]	Interfaz física entre unidades para la transmisión de señales	7.1.1.5.2, punto 8	7.1.1
[62]	EN 16186-1:2014+A1:2018 Aplicaciones ferroviarias. Cabina del maquinista. Parte 1: Visibilidad, disposición y acceso.		
[62.1]	Medidas antropométricas del maquinista	Apéndice E	4
[62.2]	Visibilidad delantera	F.1	Anexo A
[62.3]	Visibilidad delantera	F.2, F.3, F.4	5.2.1.
[63]	EN 14363:2005 Aplicaciones ferroviarias. Ensayo para la aceptación de las características en movimiento de los vehículos ferroviarios. Ensayo de comportamiento en movimiento y ensayos estacionarios.		
[63.1]	Conformidad de los vehículos con la inclinación de carril	7.1.2, cuadro 17a, nota ⁽¹⁾	5
[64]	UIC 518:2009 Ensayo y aprobación de los vehículos ferroviarios desde el punto de vista de su comportamiento dinámico. Seguridad. Fatiga de la vía. Comportamiento en circulación.		
[64.1]	Conformidad de los vehículos con la inclinación de carril	7.1.2, cuadro 17a, nota 1	5 a 11
[65]	EN 16834:2019 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Prestaciones del freno.		
[65.1]	Porcentaje de peso freno	4.2.4.5.2, punto 4	8.1
[66]	EN 14478:2017 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Vocabulario genérico.		
[66.1]	Prestaciones de frenado de emergencia	6.2.3.8, punto 1	4.6.3
[66.2]	Prestaciones de frenado de servicio	6.2.3.9, punto 1	4.6.3
[67]	EN 15328:2020 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Zapatas de freno.		
[67.1]	Prestaciones de frenado de emergencia: coeficiente de fricción	4.2.4.5.2, punto 5	5.2
[68]	EN 16452:2015+A1:2019 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Zapatas de freno.		
[68.1]	Prestaciones de frenado de emergencia: coeficiente de fricción	4.2.4.5.2, punto 5	5.3.1, 5.3.3
[69]	EN 50163:2004+A1:2007+A2:2020+A3:2022 Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción.		
[69.1]	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2, punto 1	4

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto de la norma obligatoria
[70]	UIC 541-6:2010-10 Frenos. Frenos electroneumáticos y señal de alarma de viajeros para vehículos utilizados en composiciones remolcadas		
[70.1]	Coches destinados a utilizarse en explotación general	7.1.1.5.2, punto 3	3, 7
[71]	EN 17065:2018 Aplicaciones ferroviarias. Frenado. Procedimiento de ensayo de los vagones de viajeros.		
[71.1]	Coches destinados a utilizarse en formaciones predefinidas	7.1.1.5.1, punto 13	5, 6
[71.2]	Coches destinados a utilizarse en explotación general	7.1.1.5.2, punto 3	5, 6
[72]	EN/IEC 62625-2:2016 Material electrónico ferroviario. Sistema a bordo de registro de datos de conducción. Parte 2: Ensayo de conformidad.		
[72.1]	Ensayos	4.2.9.6, punto 3	5, 6
[73]	EN 14363:2016 Aplicaciones ferroviarias. Ensayos y simulaciones para la aceptación de las características dinámicas de los vehículos ferroviarios. Comportamiento dinámico y ensayos estáticos.		
[73.1]	Conformidad de los vehículos con la inclinación de carril	7.1.2, cuadro 17a, nota ⁽¹⁾	4,5,7
[74]	EN 16586-1:2017 Aplicaciones ferroviarias. Diseño destinado al uso por PMR. Accesibilidad de personas con movilidad reducida al material rodante. Parte 1: Escalones para entrar y salir.		
[74.1]	Coches destinados a utilizarse en formaciones predefinidas	7.1.1.5.1, punto 19	Anexo A

J-2 Documentos técnicos (disponibles en el sitio web de la ERA)

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto del documento técnico obligatorio
[A]	ERA/ERTMS/033281 - V 5.0 Interfaces entre el subsistema de control-mando y señalización en tierra y otros subsistemas ETI CMS, apéndice A, cuadro A 2, índice [77]		
	Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en circuitos de vía	4.2.3.3.1.1	
[A.1]	Distancia máxima entre ejes consecutivos	4.2.3.3.1.1, punto 1	3.1.2.1 (distancia a_i de la figura 1)
[A.2]	Distancia máxima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje	4.2.3.3.1.1, punto 2	3.1.2.4 3.1.2.5 (distancia b_x de la figura 1)

▼ M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto del documento técnico obligatorio
[A.3]	Distancia mínima entre el primer eje y el último	4.2.3.3.1.1, punto 3	3.1.2.3
[A.4]	Carga por eje mínima en todas las condiciones de carga	4.2.3.3.1.1, punto 4	3.1.7.1
[A.5]	Resistencia eléctrica entre las superficies de rodadura de las ruedas opuestas de un eje montado	4.2.3.3.1.1, punto 5	3.1.9
[A.6]	Para las unidades eléctricas equipadas con pantógrafo, la impedancia mínima del vehículo	4.2.3.3.1.1, punto 6	3.2.2.1
[A.7]	Uso de dispositivos de asistencia para maniobras	4.2.3.3.1.1, punto 7	3.1.8
[A.8]	Uso de equipos de enarenado	4.2.3.3.1.1, punto 8	3.1.4
[A.9]	Uso de zapatas de freno de material compuesto	4.2.3.3.1.1, punto 9	3.1.6
[A.10]	Requisitos aplicables a los lubricadores de pestaña	4.2.3.3.1.1, punto 10	3.1.5
[A.11]	Requisitos relativos a la interferencia por conducción	4.2.3.3.1.1, punto 11	3.2.2
Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en contadores de ejes		4.2.3.3.1.2	
[A.12]	Distancia máxima entre ejes consecutivos	4.2.3.3.1.2, punto 1	3.1.2.1 (distancia a_i de la figura 1)
[A.13]	Distancia mínima entre ejes consecutivos	4.2.3.3.1.2, punto 2	3.1.2.2
[A.14]	En el extremo de una unidad destinada a acoplarse, distancia mínima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje (igual a la mitad del valor indicado)	4.2.3.3.1.2, punto 3	3.1.2.2
[A.15]	Distancia máxima entre el extremo delantero/trasero del tren y el primer/último eje	4.2.3.3.1.2, punto 4	3.1.2.4 3.1.2.5 (distancia b_x de la figura 1)
[A.16]	Geometría de las ruedas	4.2.3.3.1.2, punto 5	3.1.3.1 a 3.1.3.4
[A.17]	Espacio libre de componentes metálicos e inductivos entre ruedas	4.2.3.3.1.2, punto 6	3.1.3.5
[A.18]	Características del material de las ruedas	4.2.3.3.1.2, punto 7	3.1.3.6
[A.19]	Requisitos relativos a los campos electromagnéticos	4.2.3.3.1.2, punto 8	3.2.1
[A.20]	Uso de frenos de Foucault o frenos de vía magnéticos	4.2.3.3.1.2, punto 9	3.2.3
Características del material rodante para la compatibilidad con los circuitos de lazo		4.2.3.3.1.3	
[A.21]	Construcción metálica del vehículo	4.2.3.3.1.3, punto 1	3.1.7.2

▼M5

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto del documento técnico obligatorio
Condiciones para la autorización única		7.1.1.5	
[A.22]	Unidad equipada con lubricadores de pestaña	7.1.1.5.1, punto 10	3.1.5
[A.23]	Unidad equipada con freno de Foucault	7.1.1.5.1, punto 11	3.2.3
[A.24]	Unidad equipada con freno de vía magnético	7.1.1.5.1, punto 12	3.2.3
[A.25]	Diseño de la unidad	7.1.1.5.1, punto 15	3.1
[A.26]	Bandas de gestión de frecuencias	7.1.1.5.1, punto 16	3.2
[B]	SUBCONJUNTO-034 Interfaz del tren FIS ETI CMS, apéndice A, cuadro A 2, índice [7]		
[B.1]	Estado del sistema de basculación	4.2.3.4.2	2.6.2.4.3, 2.9 y 3
[B.2]	Presión de freno	4.2.4.3	2.3.2, 2.9 y 3
[B.3]	Estado del freno especial: freno electroneumático		2.3.6, 2.9 y 3
[B.4]	Mando del freno de emergencia	4.2.4.4.1	2.3.3, 2.9 y 3
[B.5]	Mando del freno de servicio	4.2.4.4.2	2.3.1, 2.9 y 3
[B.6]	Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de recuperación	4.2.4.4.4	2.3.4, 2.9 y 3
[B.7]	Inhibición del freno especial. Órdenes del STM: freno de recuperación		2.3.5, 2.9 y 3
[B.8]	Estado del freno especial: freno de recuperación		2.3.6, 2.9 y 3
[B.9]	Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de vía magnético		4.2.4.8.2
[B.10]	Inhibición del freno especial. Órdenes del STM: freno de vía magnético	2.3.5, 2.9 y 3	
[B.11]	Estado del freno especial: freno de vía magnético	2.3.6, 2.9 y 3	
[B.12]	Zona de inhibición del freno especial. Órdenes de tierra: freno de Foucault	4.2.4.8.3	2.3.4, 2.9 y 3
[B.13]	Inhibición del freno especial. Órdenes del STM: freno de Foucault		2.3.5, 2.9 y 3
[B.14]	Estado del freno especial: Freno de Foucault		2.3.6, 2.9 y 3
[B.15]	Andén de la estación	4.2.5.5.6	2.4.6, 2.9 y 3

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto del documento técnico obligatorio
[B.16]	Corte de tracción	4.2.8.1.2	2.4.9, 2.9 y 3
[B.1]	Cambio del consumo de corriente permitido	4.2.8.2.4	2.4.10, 2.9 y 3
[B.17]	Cambio del sistema de tracción	4.2.8.2.9.8	2.4.1, 2.9 y 3
[B.18]	Sección sin alimentación, bajar pantógrafos. Órdenes de tierra	4.2.8.2.9.8	2.4.2, 2.9 y 3
[B.19]	Sección sin alimentación, desconectar interruptor principal. Órdenes de tierra		2.4.7, 2.9 y 3
[B.20]	Interruptor principal. Órdenes del STM		2.4.8, 2.9 y 3
[B.21]	Pantógrafo. Órdenes del STM		2.4.3, 2.9 y 3
[B.22]	Estado de la cabina	4.2.9.1.6	2.5.1, 2.9 y 3
[B.23]	Controlador de la dirección		2.5.2, 2.9 y 3
[B.24]	Maniobras en remoto	4.2.9.3.6	2.5.5, 2.9 y 3
[B.25]	Durmiente	4.2.9.3.7.1	2.2.1, 2.9 y 3
[B.26]	Maniobras pasivas	4.2.9.3.7.2	2.2.2, 2.9 y 3
[B.27]	Sin mando	4.2.9.3.7.3	2.2.3, 2.9 y 3
[B.28]	Estado de la tracción	4.2.9.3.8	2.5.4, 2.9 y 3
[B.29]	Zona de estanqueidad al aire. Órdenes de tierra	4.2.10.4.2	2.4.4, 2.9 y 3
[B.30]	Estanqueidad al aire. Órdenes del STM		2.4.5, 2.9 y 3
[B.31]	Funcionalidad ATO embarcada	4.2.13	2.2.5, 2.9 y 3
[C]	Leitfaden Sicherstellung der technischen Kompatibilität für Fahrzeuge mit Seitenwindnachweis nach TSI LOC&PAS zu Anforderungen der Ril 807.04: 2016-09		
[C.1]	Límites de la curva eólica característica (CEC) de la unidad para las unidades destinadas a ser operadas en Alemania	7.1.1.5.1, punto 20, letra f)	► M5 Puntos ◀ pertinentes
[D]	Ergänzungsregelung Nr. B017 zur bremsstechnischen Ausrüstung von Fahrzeugen zum Betrieb auf Steilstrecken: 2021-05		
[D.1]	Unidades destinadas a ser operadas en Alemania en líneas con un gradiente superior al 40 ‰	7.1.1.5.1, punto 20, letra g)	► M5 Puntos ◀ pertinentes

▼ **M5**

Índice	Características que deben evaluarse	Punto de la ETI	Punto del documento técnico obligatorio
[E]	Verwaltungsvorschrift zur Prüfung von Notein- und Notausstiegfenstern (NEA) in Schienenfahrzeugen: 2007-02-26		
[E.1]	Salidas de emergencia de las unidades destinadas a ser operadas en Alemania	7.1.1.5.1, punto 20, letra h)	3.2

▼ **M5***Apéndice K***Proceso de validación de nuevas piezas de extremo del freno de vía magnético (MTB)**

El objetivo del proceso de validación es comprobar la compatibilidad del MTB con los elementos de la vía. Toda pieza de extremo nueva o cuya geometría se haya modificado se someterá a ensayo con los siguientes parámetros:

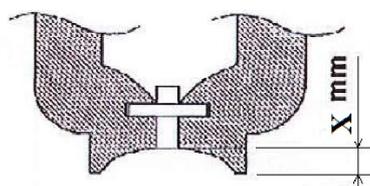
- Las tangentes de los cruzamientos fijos de los cambios de agujas se situarán en el intervalo entre 0,034 y 0,056 y en el intervalo entre 0,08 y 0,12 (véase el cuadro 1).
- Para el ensayo, los cambios de agujas se cruzarán tres veces en cada una de las cuatro direcciones posibles con el MTB activado para cada una de las velocidades constantes que se indican a continuación (véase el cuadro 1).

*Cuadro K.1***Parámetros de ensayo**

Tipo de cambio	Velocidad [km/h] y dirección			
				
0,08 – 0,12	15	15	15	15
0,08 – 0,12	120	40	120	40
0,034 – 0,056	15	15	15	15
0,034 – 0,056	120	80-100	120	80-100

Nota: Para los ensayos, puede que sea necesario adaptar el sistema de control del MTB.

- El ensayo se realizará en condiciones secas.
- El ensayo se realizará para el caso en que las zapatas polares y las piezas de extremo estén nuevas y para el caso en que estén desgastadas.
- El ensayo en condiciones desgastadas se realizará con el máximo desgaste del entrehierro permitido con respecto a la superficie de fricción o a la zapata polar, respectivamente, definido por la especificación (véase la figura 1).

*Figura K.1***Máximo desgaste del entrehierro**

Leyenda:

X: máximo desgaste del entrehierro permitido expresado en mm

▼ **M5****Modalidad de ensayo 1**

Este ensayo se aplica en el caso de cambios en las piezas de extremo enumeradas en la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [16]. Solo se permiten desviaciones de un máximo del 10 % en no más de 5 dimensiones.

Durante el ensayo, el control óptico se efectuará por vídeo en todas las piezas de extremo. Las superficies laterales de todas las piezas de extremo y las zapatas polares del MTB estarán pintadas de colores pálidos.

Criterios de aceptación:

- No hay daños mecánicos en ninguna de las partes del MTB;
- No hay pruebas de un descarrilamiento permanente del MTB;

NOTA: Está permitido que se produzcan chispas durante el frenado.

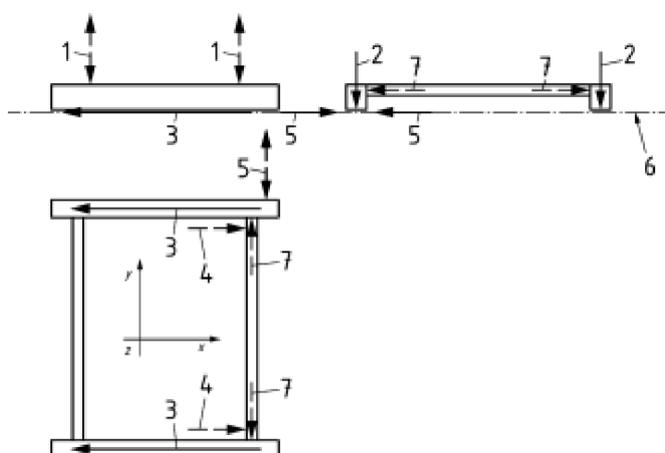
- No hay indicios de contacto en la cara lateral del MTB más allá de 55 mm en dirección vertical desde la parte superior del carril.

Modalidad de ensayo 2

Este ensayo se aplica a las piezas de extremo de nuevo diseño. Adicionalmente a la modalidad de ensayo 1, se medirán las fuerzas laterales y longitudinales (véase la figura 2) entre el MTB y el bogie.

Figura K.2

Esquema de la transmisión de fuerzas



Leyenda:

- 1 fuerzas de interfaz con el bastidor del bogie F_{BZ}
- 2 fuerza de atracción F_{HZ}
- 3 fuerza longitudinal $F_{B,x}$
- 4 fuerza del freno F_x
- 5 fuerza lateral F_Q
- 6 parte superior del carril
- 7 fuerzas de interfaz

Criterios de aceptación de la modalidad de ensayo 1:

- Fuerza lateral F_Q y fuerza longitudinal $F_{B,x}$ al circular por aparatos de vía en dirección interior:

Se observará la conformidad con la acción de una fuerza lateral igual a 0,18 veces la fuerza de atracción magnética en dirección interior (hacia el eje de la vía) en las proximidades de las piezas de extremo, con una fuerza longitudinal simultánea de 0,2 veces la fuerza de atracción magnética.

▼ **M5**

- Fuerza lateral FQ y fuerza longitudinal FB,x al circular por aparatos de vía en dirección exterior:

Se observará la conformidad con la acción de una fuerza lateral igual a 0,12 veces la fuerza de atracción magnética en dirección exterior en las proximidades de las piezas de extremo, con una fuerza longitudinal simultánea de 0,2 veces la fuerza de atracción magnética.

- Fuerza lateral excepcional FQ en dirección interior (hacia el eje de la vía) al circular por aparatos de vía:

Las mediciones realizadas hasta la fecha en los vehículos han detectado fuerzas en dirección interior de hasta 0,35 veces aproximadamente la fuerza de atracción magnética (dependiendo mucho del estado de desgaste del aparato de vía que se haya atravesado).

- Fuerza lateral excepcional FQ en dirección exterior al circular por aparatos de vía:

Las mediciones realizadas hasta la fecha en los vehículos han detectado fuerzas en dirección exterior de hasta 0,23 veces aproximadamente la fuerza de atracción magnética (dependiendo mucho del estado de desgaste del aparato de vía que se haya atravesado).

Modalidad de ensayo 3

Este ensayo se aplica a las piezas de extremo de nuevo diseño. Después de la modalidad de ensayo 2, se llevará a cabo la modalidad de ensayo 3 en caso de que sea necesario medir el desplazamiento de las agujas. Se permite llevar a cabo las modalidades 2 y 3 en un solo ciclo de ensayo.

Medición del desplazamiento de las agujas:

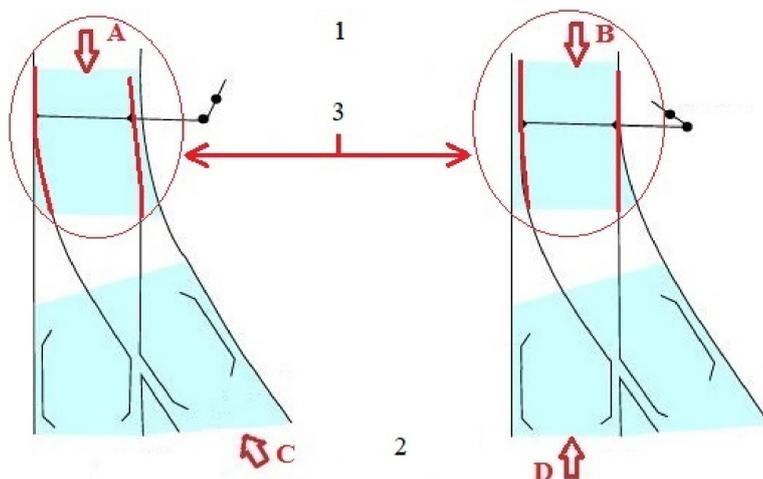
El cambio de agujas está equipado con sensores para medir el desplazamiento de las partes móviles identificadas en rojo en la figura 3 (zona de la punta).

Secuencia de ensayo:

La secuencia de ensayo consiste en realizar 3 ciclos para cada una de las posiciones A, B, C y D a velocidad constante. La velocidad del ensayo corresponderá a la velocidad que induzca el máximo coeficiente de fricción (normalmente en torno a una velocidad de 15 km/h).

Figura K.3

Medición del desplazamiento de las agujas:



▼ **M5**

Leyenda:

- 1 punta de la aguja
- 2 talón de la aguja
- 3 zona equipada con sensores

Criterios de aceptación:

- El desplazamiento en los ciclos de tipo A y B desde la punta de la aguja hasta el talón de la aguja no excederá de 4,0 mm.
- El desplazamiento en los ciclos de tipo C y D desde el talón de la aguja hasta la punta de la aguja no excederá de 7,0 mm.

▼ **M5***Apéndice L***Cambios en los requisitos y regímenes transitorios**

Para otros puntos de la ETI distintos de los enumerados en los cuadros L.1 y L.2, la conformidad con la «ETI anterior» [es decir, el presente Reglamento en su versión modificada por el Reglamento de Ejecución (UE) 2020/387] implica la conformidad con la presente ETI aplicable a partir del 28 de septiembre de 2023.

Cambios con un régimen transitorio genérico de siete años

Para los puntos de la ETI enumerados en el cuadro L.1, la conformidad con la ETI anterior no implica la conformidad con la versión de la presente ETI aplicable a partir del 28 de septiembre de 2023.

Los proyectos que ya se encuentren en fase de diseño el 28 de septiembre de 2023 cumplirán el requisito de la presente ETI a partir del 28 de septiembre de 2030.

Los proyectos en fase de producción y el material rodante en explotación no se ven afectados por los requisitos de la ETI enumerados en el cuadro L.1.

*Cuadro L.1***Régimen transitorio de siete años**

Punto(s) de la ETI	Punto(s) de la ETI en la ETI anterior	Explicación del cambio de la ETI
4.2.2.5, punto 7	4.2.2.5, punto 7	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [3]
4.2.2.10, punto 1	4.2.2.10, punto 1	Requisitos adicionales
4.2.3.2.1, punto 2	4.2.3.2.1, punto 2	Cambio del requisito
4.2.3.7	4.2.3.7	Cambio de los requisitos
4.2.4.3 7.1.1.5.2, punto 3	4.2.4.3 6.2.7a	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [12]
4.2.4.5.1 4.2.4.5.2 4.2.4.5.3 4.2.4.5.5	4.2.4.5.1 4.2.4.5.2 4.2.4.5.3 4.2.4.5.5	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índices [13] y [14]
4.2.4.5.2, punto 4	4.2.4.5.2, punto 4	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1 (índice [65])
4.2.4.5.2, punto 5	4.2.4.5.2, punto 5	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1 (índice [67] o [68])
4.2.4.6.2, punto 6 6.1.3.2, punto 1 4.2.4.6.2, punto 8 6.2.3.10, punto 1	4.2.4.6.2, punto 6 6.1.3.2, punto 1 4.2.4.6.2, punto 8 6.2.3.10, punto 1	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [15]
4.2.6.2.4, punto 3	4.2.6.2.4, punto 3	Referencia actualizada a la norma: supresión de la referencia a la ETI de alta velocidad de 2008
4.2.5.3.2, punto 4a	Ningún requisito	Nuevo requisito
4.2.5.4, punto 7	Ningún requisito	Nuevo requisito de registrar en la documentación la existencia o no de dispositivos de comunicación

▼ M5

Punto(s) de la ETI	Punto(s) de la ETI en la ETI anterior	Explicación del cambio de la ETI
4.2.7.1.4, punto 3	4.2.7.1.4 Nota	Requisito claro sobre el lugar en el que se exige utilizar los focos de cabeza en modo de intermitencia/parpadeo automático
4.2.8.2.5, punto 1	4.2.8.2.5, punto 1	Extensión a los sistemas de corriente alterna
4.2.8.2.9.6, punto 3a, y 6.2.3.20	No procede	Nuevo requisito
4.2.8.2.9.7, puntos 3 y 4, y 6.2.3.21	4.2.8.2.9.7, puntos 3 y 4	Cambio de parámetro
4.2.9.2.1 y 4.2.9.2.2	4.2.9.2.1 y 4.2.9.2.2	Evolución de la especificación a la que se refiere el apéndice J-1, índice [28]
4.2.9.3.7 y 4.2.9.3.7a	Ningún requisito	Nuevo requisito
4.2.10.2.1, punto 2, y 4.2.10.2.2, punto 2	4.2.10.2.1, punto 2, y 4.2.10.2.2, punto 2	Evolución de la norma referenciada Véase también el punto 7.1.1.4.
4.2.12.2	4.2.12.2	Evolución de la documentación requerida en relación con la evolución de los requisitos
7.1.1.3, punto 1	7.1.1.3, punto 1	Nuevo requisito
7.1.6	Ningún requisito	Este caso se aplica a nuevos diseños de vehículos en los que el ETCS embarcado todavía no se haya instalado, con el objetivo de que el subsistema de material rodante esté preparado para cuando haya que instalarlo.
Puntos que se refieren al apéndice J-2, índice [A] (excepto el punto 3.2.2)	Puntos que se refieren al apéndice J-2, índice 1	El documento ERA/ERTMS/033281, versión 5, sustituye al documento ERA/ERTMS/033281, versión 4; los principales cambios se refieren a la gestión de frecuencias para los límites de corriente de interferencia y al cierre de puntos abiertos. El régimen transitorio se define en el apéndice B, cuadro B.1, de la ETI CMS

Cambios con un régimen transitorio específico

Para los puntos de la ETI enumerados en el cuadro L.2, la conformidad con la ETI anterior no implica la conformidad con la presente ETI aplicable a partir del 28 de septiembre de 2023.

Los proyectos que ya se encuentren en fase de diseño el 28 de septiembre de 2023, los proyectos en fase de producción y las unidades en explotación cumplirán el requisito de la presente ETI de conformidad con sus regímenes transitorios respectivos establecidos en el cuadro L.2 a partir del 28 de septiembre de 2023.

Cuadro L.2

Régimen transitorio específico

Punto(s) de la ETI	Punto(s) de la ETI en la versión anterior	Explicación del cambio de la ETI	Régimen transitorio			
			Fase de diseño no iniciada	Fase de diseño iniciada	Fase de producción	Unidades en explotación
Puntos que hacen referencia a la especificación a la que se refiere el apéndice J-2, índice [B]	4.2.4.4.1, 4.2.5.3.4, 4.2.5.5.6, 4.2.8.2.9.8, 4.2.10.4.2	Las funciones de interfaz del tren especificadas entre el ETCS embarcado y el material rodante se definen de extremo a extremo, incluidas las disposiciones sobre la verificación CE	Para las nuevas funciones de interfaz del tren definidas en el índice 7, los regímenes transitorios se definen en el apéndice B, cuadro B.1 — versión de la ETI CMS que incluye el sistema ETCS. Para las funciones de interfaz del tren no modificadas en el índice 7, los regímenes transitorios se definen en el apéndice B, cuadro B1 — cumplimiento parcial de la ETI CMS.			

▼ **M5**

Punto(s) de la ETI	Punto(s) de la ETI en la versión anterior	Explicación del cambio de la ETI	Régimen transitorio			
			Fase de diseño no iniciada	Fase de diseño iniciada	Fase de producción	Unidades en explotación
4.2.13	Ningún requisito	Requisitos de interfaz aplicables a las unidades equipadas con ETCS embarcado y que se prevea equipar con Operación Automatizada de Trenes (ATO) a bordo hasta el grado de automatización 2.	Los regímenes transitorios para la implementación de la ATO a bordo se definen en el apéndice B, cuadro B1 — Implementación de la ATO a bordo de la ETI CMS.			
Puntos que se refieren al punto 3.2.2 del apéndice J-2, índice [A]	Puntos que se refieren al punto 3.2.2 del apéndice J-2, índice 1	El documento ERA/ERTMS/033281 V5 sustituye al documento ERA/ERTMS/033281 V4; los principales cambios se refieren a la gestión de frecuencias para los límites de corriente de interferencia y al cierre de puntos abiertos.	El régimen transitorio se define en el apéndice B, cuadro B.1, de la ETI CMS.			
7.1.1.3, punto 2, letra a)	7.1.1.3	Certificación CE obligatoria para los vehículos especiales	Seis meses		No procede	