



## INSTRUCCIÓN FERROVIARIA

Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio: unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)

**INSTRUCCIÓN FERROVIARIA**

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE  
MATERIAL RODANTE FERROVIARIO PARA  
LA ENTRADA EN SERVICIO: UNIDADES  
AUTOPROPULSADAS, LOCOMOTORAS Y  
COCHES**

**(IF MR ALC-20)**

Versión 3.0 | 10/05/2023



2023

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:  
<https://cvp.mitma.gob.es/>

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:  
<https://cpage.mpr.gob.es>

Título de la obra: Instrucción ferroviaria. Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio:  
unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)

Autor: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria

Año de edición: 2023

Edita:

© Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

NIPO: 796-22-130-1

**Aviso Legal:** Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley



## HISTORIAL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	COMENTARIOS
1.0	22/06/2020	Primera edición del documento
2.0	09/12/2021	Publicación Resolución 6/2021
3.0	10/05/2023	Publicación Resolución 4/2023

<b>Resolución 06/2021</b> .....	<b>7</b>
<b>Resolución 04/2023</b> .....	<b>10</b>
<b>Orden TMA/576/2020</b> .....	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
1.1. <b>Ámbito técnico</b> .....	17
1.2. <b>Ámbito geográfico</b> .....	17
1.3. <b>Contenido de la presente instrucción ferroviaria</b> .....	17
<b>2. SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE Y FUNCIONES</b> .....	<b>19</b>
2.1. <b>Descripción del subsistema material rodante</b> .....	19
2.2. <b>Funciones y aspectos del subsistema material rodante</b> .....	19
<b>3. REQUISITOS ESENCIALES</b> .....	<b>20</b>
3.1. <b>Consideraciones generales</b> .....	20
3.2. <b>Requisitos esenciales que debe cumplir el subsistema de material rodante</b> .....	20
<b>4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE</b> .....	<b>21</b>
4.1. <b>Introducción</b> .....	21
4.1.1. <b>Aspectos generales</b> .....	21
4.1.2. <b>Descripción del material rodante al que se aplica la presente instrucción ferroviaria</b> .....	21
4.1.3. <b>Principales categorías del material rodante al que se aplican los requisitos de la instrucción ferroviaria</b> .....	21
4.1.4. <b>Categorización del material rodante para la seguridad contra incendios</b> .....	21
4.2. <b>Especificación funcional y técnica del subsistema</b> .....	22
4.2.1. <b>Aspectos generales</b> .....	22
4.2.2. <b>Estructura y partes mecánicas</b> .....	22
4.2.3. <b>Interacción con la vía y gálibo</b> .....	23
4.2.4. <b>Frenado</b> .....	25
4.2.5. <b>Elementos relativos a los viajeros</b> .....	26
4.2.6. <b>Condiciones medioambientales y efectos aerodinámicos</b> .....	27
4.2.7. <b>Iluminación exterior y dispositivos de aviso acústico y visual</b> .....	28
4.2.8. <b>Equipos de tracción y eléctrico</b> .....	28
4.2.9. <b>Cabina de conducción e interfaz hombre-máquina</b> .....	29
4.2.10. <b>Seguridad contra incendios y evacuación</b> .....	30
4.2.11. <b>Mantenimiento diario</b> .....	31
4.2.12. <b>Documentación para la explotación y el mantenimiento</b> .....	31
4.2.13. <b>Sistemas embarcados de control, mando y señalización</b> .....	32
4.3. <b>Especificación funcional y técnica de las interfaces</b> .....	33
4.4. <b>Normas de explotación</b> .....	33
4.5. <b>Normas de mantenimiento</b> .....	33
4.6. <b>Competencias profesionales</b> .....	33

4.7. Condiciones de salud y seguridad .....	33
4.7.1. Perturbaciones electromagnéticas .....	33
4.7.2. Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones .....	34
4.8. Registro europeo de tipos autorizados de vehículos.....	34
4.9. Registro especial ferroviario .....	34
<b>5. COMPONENTES NACIONALES CARACTERÍSTICOS .....</b>	<b>35</b>
5.1. Definición .....	35
5.2. Soluciones innovadoras .....	35
5.3. Especificación del componente nacional característico .....	35
<b>6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O DE LA IDONEIDAD PARA EL USO Y VERIFICACIÓN "CE" .....</b>	<b>36</b>
6.1. Componentes .....	36
6.1.1. Evaluación de la conformidad.....	36
6.1.2. Aplicación de módulos .....	36
6.1.3. Procedimientos particulares de evaluación del componente de interoperabilidad .....	37
6.1.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación .....	37
6.1.5. Soluciones innovadoras .....	37
6.1.6. Evaluación de la idoneidad para el uso.....	37
6.2. Subsistema de material rodante .....	37
6.2.1. Verificación CE (aspectos generales).....	37
6.2.2. Aplicación de módulos.....	37
6.2.3. Procedimientos particulares de evaluación de subsistemas.....	37
6.2.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación.....	40
6.2.5. Soluciones innovadoras.....	40
6.2.6. Evaluación de la documentación solicitada para la explotación y el mantenimiento .....	40
6.2.7. Evaluación de las unidades destinadas a explotación general .....	40
6.2.8. Evaluación de las unidades destinadas a formaciones predefinidas.....	40
6.2.9. Caso particular: evaluación de las unidades destinadas a formaciones existentes .....	40
6.3. Subsistemas que incluyen componentes de interoperabilidad sin declaración CE .....	40
6.3.1. Condiciones .....	40
6.3.2. Documentación .....	40
6.3.3. Mantenimiento de los subsistemas certificados conforme a la cláusula 6.3.1 .....	40
<b>7. APLICACIÓN .....</b>	<b>41</b>
7.1. Normas generales de aplicación .....	41
7.1.1. Aplicación a material rodante de nueva construcción .....	41
7.1.2. Renovación y rehabilitación del material rodante ya existente.....	42
7.1.3. Normas relativas a los certificados de examen de tipo o de diseño .....	42
7.2. Compatibilidad con otros subsistemas.....	42
7.3. Casos específicos.....	42
7.4. Condiciones ambientales específicas .....	42
7.5. Aspectos que han de tenerse en cuenta en el proceso de revisión o en otras actividades de la agencia .....	42
<b>ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO B. CORRESPONDENCIA ENTRE APARTADOS DE ESTA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA Y DE LAS ETI.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO C. REFERENCIAS NORMATIVAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO D. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES NACIONALES CARACTERÍSTICOS .....</b>	<b>56</b>
D.1. Ámbito de aplicación.....	56
D.2. Requisitos funcionales y técnicos .....	56

<b>ANEXO E. EVALUACIÓN DE LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS COMPLETOS .....</b>	<b>57</b>
E.1. <b>Ámbito de aplicación .....</b>	57
E.2. <b>Requisitos funcionales y técnicos.....</b>	57
<b>ANEXO F. PUNTOS ABIERTOS DE LAS ETI QUE NO SE CIERRAN EN ESTA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO G. EXIGENCIAS DE LOS EJES. CONCEPCIÓN, FABRICACIÓN Y VALIDACIÓN DE CONJUNTOS DE RODADURA DE ANCHO VARIABLE .....</b>	<b>61</b>
G.1. <b>Objeto .....</b>	61
G.2. <b>Condiciones generales relativas a los conjuntos de rodadura.....</b>	61
G.3. <b>Condiciones y características a cumplir por los conjuntos de rodadura desde el punto de vista del diseño y del mantenimiento .....</b>	61
G.3.1. <b>Conjunto de rodadura de ancho variable .....</b>	61
G.3.2. <b>Bastidor del conjunto de rodadura .....</b>	62
G.3.3. <b>Equipo de freno.....</b>	62
G.3.4. <b>Exigencias del diseño orientadas al mantenimiento .....</b>	62
G.4. <b>Condiciones relativas a la tecnología de explotación.....</b>	62
G.5. <b>Metodología de validación.....</b>	63
G.5.1. <b>Cálculos .....</b>	63
G.5.2. <b>Ensayos.....</b>	63
<b>ANEXO H. REQUISITOS DEL REGISTRADOR JURÍDICO .....</b>	<b>69</b>
H.1. <b>Objeto.....</b>	69
H.2. <b>Especificaciones funcionales y técnicas del sistema.....</b>	69
H.2.1. <b>Especificaciones funcionales.....</b>	69
H.2.2. <b>Especificaciones técnicas .....</b>	71
H.3. <b>Parámetros a registrar .....</b>	74
H.3.1. <b>Datos de cabecera .....</b>	74
H.3.2. <b>Generales .....</b>	74
H.3.3. <b>ASFA .....</b>	75
H.3.4. <b>LZB.....</b>	75
H.3.5. <b>ETCS .....</b>	76
H.4. <b>Metodología de ensayo a componente .....</b>	76
<b>ANEXO I. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN Y ENSAYO DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A RIESGOS ELÉCTRICOS PARA LAS PERSONAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO J. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA RUEDAS CON DISCOS DE FRENO FIJADOS CON TORNILLOS A SU VELO.....</b>	<b>79</b>
J.1. <b>Objeto .....</b>	79
J.2. <b>Documentos de aplicación.....</b>	79
J.2.1. <b>Consideraciones termomecánicas.....</b>	79
J.2.2. <b>Consideraciones mecánicas.....</b>	81
J.2.3. <b>Consideraciones acústicas .....</b>	82
J.3. <b>Mantenimiento .....</b>	82
<b>ANEXO K. VAGÓN DE REFERENCIA PARA LOCOMOTORAS PROVISTAS DE ENGANCHES AUTOMÁTICOS DE TOPE CENTRAL CAPACES DE REALIZAR UN ESFUERZO DE TRACCIÓN EN EL ENGANCHE SUPERIOR A 300 KN .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO L. DATOS TÉCNICOS CIRCUITOS DE VÍA INSTALADOS EN LA RED FERROVIARIA DE INTERÉS GENERAL (RFIG).....</b>	<b>85</b>
L.1. <b>Líneas electrificadas en corriente continua (1,5 kV y 3kV CC).....</b>	85
L.2. <b>Líneas electrificadas en corriente alterna (25 kV ca; 50Hz) .....</b>	89
L.3. <b>Otros circuitos de vía.....</b>	91

## RESOLUCIÓN 6/2021

### RESOLUCIÓN 6/2021 DE LA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD FERROVIARIA POR LA QUE SE ACTUALIZAN LAS REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL RODANTE FERROVIARIO PARA LA ENTRADA EN SERVICIO DE UNIDADES AUTOPROPULSADAS, LOCOMOTORAS Y COCHES (IF MR ALC-20)

Mediante la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, se aprobó la *Instrucción ferroviaria: Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches* (en adelante, IF MR ALC-20) como normativa técnica nacional, complementaria a las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI), de aplicación en los procesos de autorización de tipos de vehículos y vehículos ferroviarios cuyo área de uso contemple la circulación por líneas y tramos de la Red Ferroviaria de Interés General con ancho de vía 1 668 mm y 1 435 mm.

Durante los procesos de certificación de tipos de vehículos y vehículos ferroviarios que se han ido acometiendo desde la aprobación de dicha instrucción ferroviaria, se han identificado una serie de cambios y evoluciones técnicas en las referencias a los documentos normativos y cuestiones obligatorias reflejadas en el cuadro C.2 *Referencias normativas de la instrucción ferroviaria* del Anexo C *Referencias normativas* de la IF MR ALC-20.

Dicho Anexo C puede ser modificado en virtud de la disposición final segunda de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, mediante resolución de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, con el fin de acomodar su contenido al progreso de la técnica o a la normativa comunitaria, siempre que las especificaciones técnicas y de seguridad de las normas actualizadas sean equivalentes.

Por todo lo anterior, esta Agencia **RESUELVE**:

#### PRIMERO. ACTUALIZACIÓN DE LAS REFERENCIAS NORMATIVAS

Se actualiza la relación de normas que figuran en el cuadro C.2 del Anexo C del apéndice de la instrucción ferroviaria: *Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)*, al objeto de acomodar su contenido al progreso actual de la técnica.

Las referencias actualizadas son las correspondientes a los siguientes índices:

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[2]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones	4.2.3.3.1	UNE-EN 50121-3-1:2017/ A1:2019 Junio 2019	6
[3]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones	4.2.3.3.1	UNE-CLC/TS 50238-2:2020 Agosto 2020	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[4]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en contadores de ejes	4.2.3.3.1.2	Eliminado	
[5]	Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado	4.2.3.3.2.1	UNE-EN 12082 Septiembre 2018	7
[12]	Sistemas embarcados CMS clase B	4.2.13.2	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[13]	Interfaz entre sistemas embarcados CMS clase A y clase B	4.2.13.3	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[15]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[16]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[17]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[22]	Sistemas embarcados CMS clase B. Componentes	6.1.3.1	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[23]	Metodología de ensayo. Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones	6.2.3.3	UNE-CLC/TS 50238-2:2020 Agosto 2020	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[31]	Sistemas embarcados CMS clase B	6.2.3.12	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[51]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Parámetros a registrar. ASFA digital	Anexo H.3.3	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Cláusulas de la norma que están directamente relacionadas con el requisito expresado en la cláusula de la IF MR ALC indicada en la columna 3.

<sup>(2)</sup> Con esta referencia normativa, es necesario tener en cuenta adicionalmente la ficha de modificación 188, de 30 de junio de 2020, sobre corrección de errores de la Especificación Técnica ASFA Digital Embarcado.

## SEGUNDO. PUBLICACIÓN

Se ordena la publicación de la presente actualización en el "Boletín Oficial del Estado".

## TERCERO. ENTRADA EN VIGOR

Esta resolución surtirá efectos a partir del día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Madrid, diciembre de 2021

EI DIRECTOR DE LA AGENCIA ESTATAL  
DE SEGURIDAD FERROVIARIA

[FIRMADO EN EL ORIGINAL]

Pedro M. Lekuona García

### **RESOLUCIÓN 04/2023 DE LA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD FERROVIARIA POR LA QUE SE ACTUALIZAN LAS REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL RODANTE FERROVIARIO PARA LA ENTRADA EN SERVICIO DE UNIDADES AUTOPROPULSADAS, LOCOMOTORAS Y COCHES (IF MR ALC-20)**

Mediante la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, se aprobó la *Instrucción ferroviaria: Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches* (en adelante, IF MR ALC-20) como normativa técnica nacional, complementaria a las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI), de aplicación en los procesos de autorización de tipos de vehículos y vehículos ferroviarios cuyo área de uso contemple la circulación por líneas y tramos de la Red Ferroviaria de Interés General con ancho de vía 1 668 mm y 1 435 mm.

Durante los procesos de certificación de tipos de vehículos y vehículos ferroviarios que se han ido acometiendo desde la aprobación de dicha instrucción ferroviaria, se han identificado una serie de cambios y evoluciones técnicas en las referencias a los documentos normativos y cuestiones obligatorias reflejadas en el cuadro C.2 *Referencias normativas de la instrucción ferroviaria* del Anexo C *Referencias normativas* de la IF MR ALC-20.

Dicho Anexo C puede ser modificado en virtud de la disposición final segunda de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, mediante resolución de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, con el fin de acomodar su contenido al progreso de la técnica o a la normativa comunitaria, siempre que las especificaciones técnicas y de seguridad de las normas actualizadas sean equivalentes.

Por todo lo anterior, esta Agencia **RESUELVE**:

#### **PRIMERO. ACTUALIZACIÓN DE LAS REFERENCIAS NORMATIVAS**

Se actualiza la relación de normas que figuran en el cuadro C.2 del Anexo C del apéndice de la instrucción ferroviaria: *Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)*, al objeto de acomodar su contenido al progreso actual de la técnica.

Las referencias actualizadas son las correspondientes a los siguientes índices:

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[12]	Sistemas embarcados CMS clase B	4.2.13.2	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[13]	Interfaz entre sistemas embarcados CMS clase A y clase B	4.2.13.3	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[15]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[16]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[17]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación Técnica de Circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETC TT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[22]	Sistemas embarcados CMS clase B. Componentes	6.1.3.1	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[31]	Sistemas embarcados CMS clase B	6.2.3.12	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[51]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Parámetros a registrar. ASFA digital	Anexo H.3.3	Especificación Técnica ASFA digital Embarcado [ET 03.365.008.6 – 1.ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Cláusulas de la norma que están directamente relacionadas con el requisito expresado en la cláusula de la IF MR ALC indicada en la columna 3.

<sup>(2)</sup> Con esta referencia normativa es necesario tener en cuenta adicionalmente las siguientes fichas de modificación:

- Ficha 188, de 30 de junio de 2020, sobre correcciones de errores de la Especificación Técnica ASFA Digital Embarcado.
- Ficha 189, de 6 de mayo de 2022, sobre optimización de la funcionalidad para pasos a nivel.

## SEGUNDO. PUBLICACIÓN

Se ordena la publicación de la presente actualización en el "Boletín Oficial del Estado".

## TERCERO. ENTRADA EN VIGOR

Esta resolución surtirá efectos a partir del día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Madrid, mayo de 2023

EI DIRECTOR DE LA AGENCIA ESTATAL  
DE SEGURIDAD FERROVIARIA

[FIRMADO EN EL ORIGINAL]

Pedro M. Lekuona García

### **ORDEN TMA/576/2020, DE 22 DE JUNIO DE 2020, POR LA QUE SE APRUEBA LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIAL RODANTE FERROVIARIO PARA LA ENTRADA EN SERVICIO DE UNIDADES AUTOPROPULSADAS, LOCOMOTORAS Y COCHES (IF MR ALC-20)**

El Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG), incorpora al derecho interno la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad. Dicha Directiva 2008/57/CE establece las condiciones que deben cumplirse para lograr en el territorio comunitario la interoperabilidad del sistema ferroviario. Esta Directiva queda derogada con efectos a partir de 16 de junio de 2020, por la Directiva (UE) 2016/797, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea.

De acuerdo con el Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, los subsistemas, entre los que se incluyen el material rodante y el control-mando y señalización embarcado, serán conformes con las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI) en el momento de su entrada en servicio, su renovación o rehabilitación, manteniéndose esta conformidad de forma permanente durante el uso de cada subsistema.

Estas ETI precisan los requisitos esenciales definidos en el Anexo III del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, para el subsistema de que se trate y sus interfaces con otros subsistemas, permitiendo que dicho subsistema pueda ser autorizado para su entrada en servicio por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF).

El artículo 68.3 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, establece que el Ministro de Fomento, actualmente Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, regulará las condiciones y requisitos para la autorización del material rodante que circule por los tramos y líneas ferroviarias que forman parte de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG), así como el régimen de certificación e inscripción en el Registro Especial Ferroviario de las entidades encargadas de su mantenimiento y de autorización y funcionamiento de los centros homologados de mantenimiento de los vehículos, y, en concordancia con dicho precepto legal, la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, por la que se regulan las condiciones para la entrada en servicio de subsistemas de carácter estructural, líneas y vehículos ferroviarios, establece en su artículo 3, que el Ministerio de Fomento, actualmente Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria, aprobará las instrucciones ferroviarias (IF) que debe cumplir todo subsistema y sus componentes, para poder obtener las correspondientes autorizaciones de entrada en servicio y que, en la elaboración de dichas instrucciones, se realizarán consultas a los agentes del sector, con participación de expertos cualificados en la materia, procedentes de administradores de infraestructuras, empresas ferroviarias, fabricantes de material rodante ferroviario y componentes ferroviarios, empresas mantenedoras y demás entidades que operen en el sector ferroviario.

El artículo 65 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, establece que la AESF es la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria para la RFIG.

En aplicación del artículo 3 de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, la AESF ha elaborado la instrucción ferroviaria: *Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada*

---

*en servicio: unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)*, cuya aprobación corresponde al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Esta Instrucción forma parte de un conjunto de especificaciones técnicas que abarcarán las cinco clases de material rodante definidas en el artículo 12 de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, y que, aparte de las unidades autopropulsadas, locomotoras, y coches tratados en esta Instrucción, contemplarán a los vagones y al material rodante auxiliar, que no se regulan en esta Orden.

En esta Instrucción se recogen las exigencias que, junto con las ETI que sean de aplicación, deberá cumplir el material rodante que solicite cualquier tipo de autorización de entrada en servicio para operar en la RFIG, excepto por líneas de ancho métrico.

Cuando en un apartado de esta Instrucción no existan requisitos adicionales a los establecidos por las ETI de aplicación, solo aparecerá el enunciado de dicho apartado. Asimismo, cuando en un parámetro no se especifique el tipo de material, se sobreentiende que afecta a todos los tipos de material rodante en el ámbito de aplicación de esta Instrucción.

El proyecto ha sido objeto de notificación a la Agencia Europea de Seguridad Ferroviaria (EUAR) de conformidad con lo establecido en el artículo 14 de la Directiva (UE) 2016/797, que refiere a los sistemas informáticos y al artículo 27 del Reglamento (UE) 2016/796, del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de mayo de 2016, relativo a la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea y por el que se deroga el Reglamento (CE) n° 881, que es el que aborda el sistema informático utilizado para la notificación y clasificación de normas nacionales, así como a los artículos 25.1 y 25.2 del mismo Reglamento.

Durante la tramitación de esta Orden han sido oídos los administradores de infraestructuras ferroviarias, las empresas ferroviarias, los fabricantes de material rodante, las asociaciones de empresarios del sector, los centros de mantenimiento de vehículos ferroviarios, las entidades encargadas del mantenimiento de vehículos ferroviarios y el Consejo Nacional de Transportes Terrestres.

Compone el texto de esta Orden un preámbulo, un artículo único, dos disposiciones transitorias, una disposición derogatoria y cinco disposiciones finales y un apéndice que contiene el texto de la instrucción ferroviaria.

En su virtud, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria,

#### **DISPONGO:**

**Artículo único. Aprobación de la instrucción ferroviaria: *Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio: unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)***

Se aprueba la instrucción ferroviaria: *Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio: unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20)*, que figura en el apéndice de esta Orden.

#### **DISPOSICIÓN TRANSITORIA PRIMERA. APLICACIÓN A PROYECTOS INICIADOS ANTES DE LA ENTRADA EN VIGOR DE ESTA ORDEN**

Sin perjuicio de lo recogido en la Disposición derogatoria única, la normativa vigente a la entrada en vigor de esta Orden seguirá siendo de aplicación a:

- Los subsistemas autorizados conforme a dichas resoluciones.
- Los proyectos de subsistemas nuevos, renovados o rehabilitados que, a fecha de publicación de esta Orden, se encuentren en una fase avanzada de desarrollo, sean de un diseño ya existente o sean objeto de un contrato que se encuentre en curso, en relación a aquellos requisitos para los cuales las ETI permiten la aplicación de normas nacionales.

En todo caso, tal y como establece el apartado 7.1.1.2.1 de la ETI relativa al subsistema material rodante "Locomotoras y material rodante de viajeros", aprobada por el Reglamento (UE) 1302/2014

---

de la Comisión Europea, 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, en el caso de proyectos o contratos que puedan dar lugar a la producción de material rodante que no cumpla íntegramente con dicha ETI, y en el caso de no pertenecer tampoco al ámbito de aplicación de la ETI de "Material rodante de alta velocidad" aprobada por la Decisión de la Comisión 2008/232/CE de 21 de febrero de 2008, ni de la ETI de "Locomotoras y coches de viajeros convencional" aprobada por la Decisión de la Comisión 2011/291/UE de 26 de abril de 2011, se fija el **1 de enero de 2021** como fecha límite para la obtención de la autorización de entrada en servicio de dichos vehículos.

#### **DISPOSICIÓN TRANSITORIA SEGUNDA. RÉGIMEN TRANSITORIO DE ORGANISMOS DESIGNADOS**

1. Para permitir que los procedimientos de verificación de los subsistemas puedan seguir su curso en tanto los organismos llevan a cabo el proceso de acreditación, **durante el plazo de un año desde la entrada en vigor de esta IF** podrán actuar como organismos designados aquellos organismos que así lo soliciten a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria y que, habiendo iniciado el procedimiento de acreditación al que se refiere la disposición final cuarta de esta Orden, cumplan alguna de las siguientes condiciones:
  - a. Hayan actuado como organismos notificados del subsistema correspondiente en la Red Ferroviaria de Interés General.
  - b. Acrediten ante la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria su experiencia en la verificación del subsistema correspondiente para otras administraciones públicas o redes diferentes de la Red Ferroviaria de Interés General, en el ámbito nacional o europeo, y adecuado conocimiento de la normativa nacional aplicable a infraestructura.

Transcurrido el plazo de un año, solo tendrán la consideración de organismos designados aquellos que hayan finalizado el proceso de acreditación conforme a lo establecido en disposición final cuarta de esta Orden.
2. Los organismos que hubieran sido designados mediante cualquier procedimiento, para cualquier norma nacional previa sustituida por estas IF y que pretendan mantener su designación también deberán acreditarse conforme a lo establecido en la disposición final cuarta de esta Orden en el plazo de un año desde su entrada en vigor.

#### **DISPOSICIÓN DEROGATORIA ÚNICA. DEROGACIÓN NORMATIVA**

A la entrada en vigor de esta Orden, quedan derogadas las siguientes resoluciones:

- Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias, por la que se aprueba la especificación técnica de *Homologación de material rodante ferroviario: Unidades autopropulsadas*.
- Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias, por la que se aprueba la especificación técnica de *Homologación de material rodante ferroviario: Locomotoras*.
- Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias, por la que se aprueba la especificación técnica de *Homologación de material rodante ferroviario: Coches*.

#### **DISPOSICIÓN FINAL PRIMERA. INTERPRETACIÓN REGLAMENTARIA**

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria adoptará las medidas necesarias para el cumplimiento y aplicación de esta Instrucción y resolverá las dudas que en relación con la interpretación de la misma puedan suscitarse, quedando facultada para la publicación de guías de aplicación, parciales o totales, sobre ella.

---

**DISPOSICIÓN FINAL SEGUNDA. FACULTAD DE DESARROLLO**

Se faculta a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria para que mediante Resolución que se publicará en el Boletín Oficial del Estado, pueda actualizar la relación de normas que figuran en el cuadro C.2 del Anexo C del apéndice de la Instrucción, con el fin de acomodar su contenido al progreso de la técnica o a la normativa comunitaria, siempre que las especificaciones técnicas y de seguridad de las normas actualizadas sean equivalentes.

**DISPOSICIÓN FINAL TERCERA. TÍTULO COMPETENCIAL**

Esta Orden Ministerial se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.21ª de la Constitución Española que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de ferrocarriles y transportes terrestres que transcurran por el territorio de más de una comunidad autónoma.

**DISPOSICIÓN FINAL CUARTA. ORGANISMOS DESIGNADOS**

Tendrán la consideración de organismos designados para efectuar el procedimiento de verificación del cumplimiento de las normas nacionales notificadas, contenidas en esta IF, aquellos organismos que así lo soliciten a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria y que estén previamente acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) conforme a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 o por otro organismo nacional de acreditación que se haya sometido con éxito al sistema de evaluación por pares previsto en el Reglamento (CE) 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 339/93, y que incluyan en su ámbito de acreditación la norma correspondiente. En caso de suspensión o retirada de la acreditación el organismo designado no estará autorizado para proseguir esta actividad.

**DISPOSICIÓN FINAL QUINTA. ENTRADA EN VIGOR**

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Madrid, 22 de junio de 2020

EL MINISTRO DE TRANSPORTES,  
MOVILIDAD Y AGENDA URBANA,  
José Luis Ábalos Meco

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. ÁMBITO TÉCNICO

Esta instrucción ferroviaria (en adelante IF), como desarrollo de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, por la que se regulan las condiciones para la entrada en servicio de subsistemas de carácter estructural, líneas y vehículos ferroviarios, se aplica a los vehículos ferroviarios denominados como unidades autopropulsadas, locomotoras y material remolcado de viajeros (coches) definidos en el artículo 12 de dicha Orden.

Esta IF forma parte de un conjunto de especificaciones que abarcan las cinco clases de vehículos ferroviarios definidos en la citada Orden Ministerial, a saber, unidades autopropulsadas, locomotoras, coches, vagones y material rodante auxiliar, y contiene las normas nacionales que, junto con las ETI que sean de aplicación, deberá cumplir el material rodante que solicite cualquier tipo de autorización de entrada en servicio.

En el caso de unidades autopropulsadas y vehículos permanentemente acoplados, esta IF será de aplicación a los vehículos evaluados dentro de sus composiciones.

En el caso de locomotoras permanentemente acopladas entre sí, formando locomotoras dobles, articuladas, etc., estas se considerarán como un solo vehículo a efectos de esta IF.

El concepto material rodante empleado en esta IF coincide con el de subsistema material rodante, que se describe en el Anexo II de la Orden FOM/3218/2011, de 7 de noviembre, por la que se modifican los Anexos II, V y VI del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de Interés General, siendo uno de los subsistemas de naturaleza estructural constitutivos del sistema ferroviario (infraestructura, energía, control-mando y señalización en tierra, control-mando y señalización a bordo, y material rodante).

Esta IF recoge, en sus capítulos 4 y 6, las exigencias que, junto con las ETI que sean aplicables, deberá cumplir el material rodante anteriormente definido que solicite cualquier tipo de autorización de entrada en servicio para operar en la red ferroviaria incluida en el siguiente punto 1.2, según se establece en la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero. El expediente técnico adjunto a la autorización de entrada en servicio deberá reflejar el cumplimiento de dichas exigencias.

### 1.2. ÁMBITO GEOGRÁFICO

Esta IF es aplicable a los vehículos ferroviarios definidos en el punto anterior que circulen por las líneas de la RFIG, excepto las líneas de ancho métrico.

### 1.3. CONTENIDO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN FERROVIARIA

De conformidad con el apartado 3 del artículo 3 de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, en esta IF se desarrollan los siguientes contenidos:

- El ámbito al que se dirigen.
- Las exigencias relativas al cumplimiento de los requisitos esenciales de los subsistemas

---

y sus interfaces con el resto del sistema ferroviario que no hayan sido cubiertos por las ETI de aplicación. En particular, incluirán los requisitos relativos a los puntos abiertos y casos específicos.

- Los requisitos y pautas de mantenimiento precisas para conservar las características técnicas exigibles a lo largo de la vida útil del subsistema.
- Los procedimientos (módulos) de evaluación, según lo dispuesto en la Decisión de la Comisión 2010/713/UE, 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 deberán utilizarse para la verificación de las exigencias.
- La aplicación de la IF al material rodante ferroviario nuevo y acondicionado.

En los capítulos 4, 6 y 7 solo se citarán aquellos aspectos complementarios a las ETI. Como consecuencia de esto, cuando en un apartado de dichos capítulos no existan requisitos adicionales a la ETI, solo aparecerá el enunciado de dicho apartado.

## SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE Y FUNCIONES

### 2. SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE Y FUNCIONES

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE

Según se define en el Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de Interés General el subsistema material rodante incluye lo siguiente:

La estructura, el sistema de mando y de control de todos los equipos del tren, dispositivos de captación de corriente, equipos de tracción y transformación de la energía, de frenado y de acoplamiento, los conjuntos de rodadura (*bogies*, ejes) y la suspensión, las puertas, las interfaces hombre/máquina (maquinista, personal de tren y viajeros, incluidas las necesidades de las personas con movilidad reducida), los dispositivos de seguridad pasivos o activos, los dispositivos necesarios para la salud de los viajeros y del personal de tren.

No se incluyen, en esta IF, los subsistemas de infraestructura ni de operación, ni el de control-mando y señalización en tierra, ni la parte fija del subsistema energía. Sin embargo, sí se incluyen las cuestiones relativas a la integración en los vehículos de los componentes de interoperabilidad del subsistema control-mando y señalización a bordo.

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

#### 2.2. FUNCIONES Y ASPECTOS DEL SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE

Las funciones y aspectos incluidos en el ámbito del subsistema material rodante son las siguientes:

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

### 3. REQUISITOS ESENCIALES

#### 3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Con arreglo al apartado 1 del artículo 3 del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, el sistema ferroviario, los subsistemas y componentes de interoperabilidad, incluidas las interfaces, deberán cumplir los requisitos esenciales definidos en términos generales en el Anexo III del citado Real Decreto.

Dichos requisitos esenciales se ajustan a los órdenes siguientes:

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

De acuerdo con el Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, los requisitos esenciales pueden aplicarse a todo el sistema ferroviario con carácter general o de forma específica a cada equipo o componente característico.

#### 3.2. REQUISITOS ESENCIALES QUE DEBE CUMPLIR EL SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE

Los requisitos esenciales del Anexo III del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, se satisfacen al cumplirse las especificaciones del capítulo 4 de la presente IF.

## CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE

### 4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

##### 4.1.1. Aspectos generales

###### *Todo el material rodante*

Los parámetros básicos del material rodante se definen en el presente capítulo 4 de esta IF y contienen las normas nacionales necesarias que, junto con las ETI que sean de aplicación, deberá cumplir el material rodante que solicite cualquier tipo de autorización de entrada en servicio para su circulación por la RFIG.

Además de los requisitos establecidos en el presente capítulo, el material rodante cumplirá la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, aprobada mediante el Reglamento (UE) N° 1302/2014 (en adelante, ETI Loc. & Pas. 2014) que a su vez hace referencia a otras ETI que describen aspectos específicos del sistema ferroviario y afectan a varios subsistemas, siendo uno de ellos el material rodante, así como otras ETI relativos a aspectos concretos de dicho subsistema.

Adicionalmente, para vehículos existentes que no sean conformes con las ETI, o no lo sean plenamente, será de aplicación lo dispuesto en el Anexo B.

**Por lo tanto, en este capítulo 4 solo se citarán aquellos aspectos funcionales y técnicos complementarios a las ETI. Como consecuencia de esto, cuando en un apartado del capítulo 4 de esta IF no existan requisitos adicionales a la ETI, solo aparecerá el enunciado de dicho apartado.**

**Asimismo, cuando en un parámetro no se especifica el tipo de material, se sobreentiende que afecta a todos los tipos de material rodante tratados en esta IF.**

##### 4.1.2. Descripción del material rodante al que se aplica la presente instrucción ferroviaria

Las disposiciones del apartado 4.1.2 de la ETI Loc. & Pas. 2014 se aplicarán, *mutatis mutandis*, a los certificados emitidos por los organismos designados.

##### 4.1.3. Principales categorías del material rodante al que se aplican los requisitos de la instrucción ferroviaria

##### 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**

#### **4.2.1.1. Desglose**

#### **4.2.1.2. Puntos abiertos**

Los puntos abiertos de las ETI se cierran a lo largo de este capítulo 4 a excepción de los recogidos en el Anexo F.

#### **4.2.1.3. Aspectos de seguridad**

### **4.2.2. Estructura y partes mecánicas**

#### **4.2.2.1. Aspectos generales**

#### **4.2.2.2. Interfaces mecánicas**

4.2.2.2.1. Generalidades y definiciones

4.2.2.2.2. Enganche interno

4.2.2.2.3. Enganche final

4.2.2.2.4. Enganche de rescate

4.2.2.2.5. Acceso del personal para el enganche y el desenganche

#### **4.2.2.3. Pasarelas**

#### **4.2.2.4. Resistencia de la estructura del vehículo**

#### **4.2.2.5. Seguridad pasiva**

Ver el Anexo K.

#### **4.2.2.6. Elevación y levante con gatos**

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

Las fijaciones de los equipos bajo bastidor deberán estar dimensionadas para soportar las cargas de prueba y servicio definidas en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [1], con objeto de garantizar que no existe riesgo de caída a la vía de estos elementos.

#### **4.2.2.8. Puertas de acceso para el personal y la carga**

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

#### **4.2.2.10. Condiciones de carga y masa**

#### **4.2.2.11. Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado**

Los depósitos de aire destinados a aplicaciones diferentes del frenado, excluyendo aquellos depósitos que formen parte de elementos estructurales, serán conformes al Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión y al Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples, en cualquier caso.

Para los depósitos que formen parte de elementos estructurales, ver la metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.1.

### **4.2.3. Interacción con la vía y gálibo**

#### **4.2.3.1. Gálibo**

Las unidades diseñadas para circular exclusivamente por las líneas de ancho 1 668 mm cumplirán con el gálibo de partes altas GHE16, GEA16, GEB 16 o GEC16 y con el gálibo de partes bajas GEI1, GEI2 o GEI3 de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos".

Las unidades de ancho variable diseñadas para circular por las líneas de ancho 1 668 mm y 1 435 mm cumplirán con el gálibo de partes altas G1, GA, GB o GC y con el gálibo de partes bajas GI1, GI2 o GI3 de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio.

Ver metodología de evaluación apartado 6.2.3.2.

#### **4.2.3.2. Carga por eje y carga por rueda**

4.2.3.2.1. Parámetro de la carga por eje

4.2.3.2.2. Carga por rueda

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

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

Locomotoras y unidades autopropulsadas. Perturbaciones

##### **Compatibilidad con los sistemas de mando y control. Perturbaciones**

Los campos emitidos por los sistemas embarcados y las corrientes de retorno (incluidos los campos generados por los sistemas de freno por corrientes de Foucault) no deberán perturbar los sistemas de control, mando y señalización en tierra que cumplan los límites establecidos en la normativa correspondiente y que se encuentran citados en el registro de infraestructura. Se cumplirán las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [2] y [3].

Ver la metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.3.

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

Locomotoras y unidades autopropulsadas

Para estas unidades, estará prohibido el arenado automático continuo a velocidades inferiores a 30 km/h, salvo por una orden del sistema antipatinaje/antibloqueo.

##### **Corrientes armónicas**

Locomotoras y unidades autopropulsadas

Para asegurar el correcto funcionamiento de los circuitos de vía se establecen unos límites de interferencia para los que se garantiza el correcto funcionamiento de los mismos sin que se produzca una merma de seguridad en la instalación.

Por tanto, y con objeto de verificar la compatibilidad del material rodante con los circuitos de vía instalados en la RFIG, en el proceso de validación se deberán tener en cuenta los datos técnicos de los diferentes circuitos de vía recogidos en el Anexo L. Para el cálculo de dichos límites se ha tenido como referencia la norma UNE/CLC/TS 50238-2:2015.

El material rodante de tracción eléctrica que circula por líneas con corriente continua equipadas con circuitos de vía de 50 Hz no generará ni permitirá el paso de componentes de corriente de 50 Hz de más de 1,5 A de valor eficaz durante más de 2 s.

---

Este material rodante de tracción eléctrica que circula por líneas con corriente continua equipadas con circuitos de vía de 50 Hz dispondrá de un detector de 50 Hz que actuará sobre el sistema de tracción y sobre el convertidor de servicios auxiliares cuando detecte, durante más de 2 segundos, un nivel de intensidad superior al indicado. La actuación del detector servirá para mitigar el paso de estas corrientes armónicas. El filtro equipado por el detector tendrá un ancho de banda máximo de  $\pm 2$  Hz.

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

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.4.

#### *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*

El material rodante no deberá tener elementos que puedan interferir en el funcionamiento, ni partes metálicas (a excepción de las llantas y pestañas de las ruedas) conforme a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [4].

Aplicaciones específicas, tales como los frenos de Foucault, cumplirán con los requisitos que establezca la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria para no interferir con el funcionamiento de los contadores de ejes.

#### *4.2.3.3.1.3. Características del material rodante para la compatibilidad con circuitos de isla*

#### *4.2.3.3.2. Monitorización del estado de los rodamientos de los ejes*

##### *4.2.3.3.2.1. Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado*

Aquellos vehículos existentes que no sean conformes con las ETI, o no lo sean plenamente, y en los que no sea posible la visibilidad y detección de las cajas de grasa por parte de los detectores de cajas calientes instalados en vía, deberán disponer de sistemas de detección embarcados.

Igualmente, si el material rodante está equipado con un sistema de monitorización de temperatura de las cajas de grasa (debido a sus características específicas o a la tecnología utilizada), se regirá por los umbrales de alarma que inicialmente sean establecidos por el fabricante en función de los resultados de los ensayos indicados en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [5], y que deberán ser ratificados o revisados con las pruebas en banco del conjunto de caja de grasa.

Ver la metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.5.

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

#### **4.2.3.4. Comportamiento dinámico del material rodante**

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

##### *4.2.3.4.2. Comportamiento dinámico en circulación*

###### *4.2.3.4.2.1. Valores límite de la seguridad en circulación*

###### *4.2.3.4.2.2. Valores límite del esfuerzo sobre la vía*

##### *4.2.3.4.3. Conicidad equivalente*

###### *4.2.3.4.3.1. Valores teóricos de los perfiles de las ruedas nuevas*

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

---

#### **4.2.3.5. Órganos de rodadura**

##### 4.2.3.5.1. Diseño estructural del bastidor de *bogie*

Para *bogies* de ancho 1 668 mm, los parámetros alfa y beta tomarán los valores 0,15 y 0,35 respectivamente, de acuerdo a la opción de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [6].

##### 4.2.3.5.2. Ejes montados

###### 4.2.3.5.2.1. Características mecánicas y geométricas de los ejes montados

###### **Comportamiento mecánico de los ejes**

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.6.

###### 4.2.3.5.2.2. Características mecánicas y geométricas de las ruedas

Solo se admitirán ruedas forjadas y laminadas conforme a lo establecido en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [7].

Para un vehículo existente que no sea conforme con las ETI, o no lo sea plenamente, las ruedas serán enterizas.

###### 4.2.3.5.2.3. Ejes montados de ancho variable

Los requisitos adicionales no contemplados en los apartados anteriores se incluyen en el Anexo G de esta IF.

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.7.

#### **4.2.3.6. Radio mínimo de curva**

#### **4.2.3.7. Protección quitapiedras**

#### **4.2.3.8. Lubricación de la pestaña o del carril**

##### Locomotoras y unidades autopropulsadas

De conformidad con el apartado 7.5.3.1 de la ETI Loc. & Pas. 2014, para proteger los carriles y las ruedas contra el desgaste excesivo, particularmente en curvas, el material rodante deberá equiparse con lubricación de pestaña como mínimo en el eje de cabeza.

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.8.

#### **4.2.4. Frenado**

##### **4.2.4.1. Aspectos generales**

##### **4.2.4.2. Principales requisitos funcionales y de seguridad**

###### 4.2.4.2.1. Requisitos funcionales

###### Todo el material rodante

Los depósitos de aire serán conforme al Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, y al Real Decreto

---

108/2016, de 18 de marzo, en cualquier caso.

4.2.4.2.2. Requisitos de seguridad

**4.2.4.3. Tipo de sistema de frenado**

**4.2.4.4. Mando de freno**

4.2.4.4.1. Mando de freno de emergencia

4.2.4.4.2. Mando de freno de servicio

4.2.4.4.3. Mando de freno directo

4.2.4.4.4. Mando de freno dinámico

4.2.4.4.5. Mando de freno de estacionamiento

**4.2.4.5. Prestaciones de frenado**

4.2.4.5.1. Requisitos generales

4.2.4.5.2. Frenado de emergencia

4.2.4.5.3. Frenado de servicio

4.2.4.5.4. Cálculos relacionados con la capacidad térmica

4.2.4.5.5. Frenado de estacionamiento

**4.2.4.6. Perfil de adherencia rueda-perfil: sistema de protección antideslizamiento**

4.2.4.6.1. Límite del perfil de adherencia rueda-carril

4.2.4.6.2. Sistema de protección antideslizamiento de las ruedas

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

**4.2.4.8. Sistema de frenado independiente de las condiciones de adherencia**

4.2.4.8.1. Aspectos generales

4.2.4.8.2. Freno de vía magnético

4.2.4.8.3. Freno de Foucault

**4.2.4.9. Estado del freno e indicación de avería**

**4.2.4.10. Requisitos de frenado con fines de rescate**

**4.2.5. Elementos relativos a los viajeros**

**4.2.5.1. Sistemas sanitarios**

**4.2.5.2. Sistema de comunicación sonora**

**4.2.5.3. Alarma de viajeros**

4.2.5.3.1. Aspectos generales

4.2.5.3.2. Requisitos sobre las interfaces de información

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

4.2.5.3.4. Criterios para un tren que parta de un andén

---

4.2.5.3.5. Requisitos de seguridad

4.2.5.3.6. Modo degradado

4.2.5.3.7. Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general

**4.2.5.4. Dispositivos de comunicación para los viajeros**

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

4.2.5.5.1. Aspectos generales

4.2.5.5.2. Terminología utilizada

4.2.5.5.3. Cierre y bloqueo de puertas

4.2.5.5.4. Bloqueo de una puerta fuera de servicio

4.2.5.5.5. Información disponible para la tripulación del tren

4.2.5.5.6. Apertura de puertas

4.2.5.5.7. Puertas-sistema de enclavamiento de la tracción

4.2.5.5.8. Requisitos de seguridad para las cláusulas 4.2.5.5.2 a 4.2.5.5.7

4.2.5.5.9. Apertura de emergencia de las puertas

4.2.5.5.10. Aplicabilidad a unidades destinadas a explotación general

**4.2.5.6. Construcción del sistema de puertas exteriores**

**4.2.5.7. Puertas entre unidades**

**4.2.5.8. Calidad del aire interno**

**4.2.5.9. Ventanas laterales**

**4.2.6. Condiciones medioambientales y efectos aerodinámicos**

**4.2.6.1. Condiciones medioambientales: aspectos generales**

4.2.6.1.1. Temperatura

4.2.6.1.2. Nieve, hielo y granizo

**4.2.6.2. Efectos aerodinámicos**

Ver la metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.9.

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

4.2.6.2.2. Pulso de presión por paso de la cabeza del tren

4.2.6.2.3. Variaciones máximas de presión en túneles

Para vehículos destinados a circular por ancho de vía 1 668 mm, se cierra el punto abierto de la ETI Loc. & Pas. 2014 mediante la aplicación de los valores límites y la evaluación de la conformidad propuesta en la cláusula 4.2.6.2.3 de dicha ETI para ancho de vía 1 435 mm.

4.2.6.2.4. Viento transversal

Para vehículos destinados a circular por ancho de vía 1 668 mm, se cierra el punto abierto de la ETI Loc. & Pas. 2014 mediante la aplicación de los valores límites y la evaluación de la conformidad

---

propuesta en la cláusula 4.2.6.2.4 de dicha ETI para ancho de vía 1 435 mm.

4.2.6.2.5. Efecto aerodinámico en vía con balasto

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

### ***4.2.7.1. Iluminación exterior***

#### 4.2.7.1.1. Focos de cabeza

Los focos de cabeza deberán cumplir los requisitos de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [8].

#### 4.2.7.1.2. Luces de posición

Las luces de posición deberán cumplir los requisitos de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [9].

#### 4.2.7.1.3. Luces de cola

Las luces de cola deberán cumplir los requisitos de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [10].

#### 4.2.7.1.4. Mandos de las luces

### ***4.2.7.2. Bocina (dispositivo de aviso acústico)***

#### 4.2.7.2.1. Aspectos generales

#### 4.2.7.2.2. Niveles de presión acústica de la bocina de advertencia

#### 4.2.7.2.3. Protección

#### 4.2.7.2.4. Mando de la bocina

## **4.2.8. Equipos de tracción y eléctrico**

### ***4.2.8.1. Prestaciones de tracción***

#### 4.2.8.1.1. Aspectos generales

#### 4.2.8.1.2. Requisitos sobre prestaciones

### ***4.2.8.2. Alimentación eléctrica***

#### 4.2.8.2.1. Aspectos generales

#### 4.2.8.2.2. Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia

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

#### 4.2.8.2.4. Potencia máxima y corriente de la línea aérea de contacto

#### 4.2.8.2.5. Corriente máxima en parado para sistemas de corriente continua

#### 4.2.8.2.6. Factor de potencia

#### 4.2.8.2.7. Perturbaciones del sistema energía para sistemas de corriente alterna

#### 4.2.8.2.8. Sistema embarcado de medición de energía

#### 4.2.8.2.9. Requisitos relacionados con el pantógrafo

#### 4.2.8.2.9.1. Rango de alturas de trabajo del pantógrafo

- 
- 4.2.8.2.9.2. *Geometría del arco del pantógrafo (nivel componente de interoperabilidad)*
  - 4.2.8.2.9.3. *Capacidad de corriente del pantógrafo (nivel componente de interoperabilidad)*
  - 4.2.8.2.9.4. *Frotador (nivel componente de interoperabilidad)*
  - 4.2.8.2.9.5. *Fuerza estática de contacto del pantógrafo (nivel componente de interoperabilidad)*
  - 4.2.8.2.9.6. *Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo*
  - 4.2.8.2.9.7. *Disposición de los pantógrafos (nivel material rodante)*
  - 4.2.8.2.9.8. *Circulación a través de secciones de separación de fases o de sistemas (nivel material rodante)*
  - 4.2.8.2.9.9. *Aislamiento del pantógrafo respecto al vehículo (nivel material rodante)*
  - 4.2.8.2.9.10. *Bajada del pantógrafo (nivel material rodante)*

#### 4.2.8.2.10. Protección eléctrica del tren

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.10.

### **4.2.8.3. Sistemas diésel y otros sistemas de tracción térmica**

Los gases de escape de los motores térmicos de tracción y auxiliares deberán respetar los niveles de emisiones que se establecen en:

- Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de septiembre de 2016, sobre los requisitos relativos a los límites de emisiones de gases y partículas contaminantes y a la homologación de tipo para los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera, por el que se modifican los Reglamentos (UE) 1024/2012 y (UE) 167/2013, y por el que se modifica y deroga la Directiva 97/68/CE,
- Reglamento (UE) 2018/987, de la Comisión, de 27 de abril de 2018, por el que se modifica y corrige el Reglamento Delegado (UE) 2017/655, por el que se complementa el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la vigilancia de las emisiones de gases contaminantes procedentes de motores de combustión interna instalados en las máquinas móviles no de carretera,
- Reglamento (UE) 2018/988 de la Comisión de 27 de abril de 2018 que modifica y corrige el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/656, por el que se establecen los requisitos administrativos relativos a los límites de emisiones y la homologación de tipo de los motores de combustión interna para máquinas móviles no de carretera de conformidad con el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo, y
- Reglamento (UE) 2018/989 de la Comisión de 18 de mayo de 2018 por el que se modifica y corrige el Reglamento Delegado (UE) 2017/654, que complementa el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a los requisitos técnicos y generales relativos a los límites de emisiones y a la homologación de tipo de los motores de combustión interna destinados a las máquinas móviles no de carretera.

### **4.2.8.4. Protección contra los riesgos eléctricos**

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

### **4.2.9.1. Cabina de conducción**

#### 4.2.9.1.1. Aspectos generales

#### 4.2.9.1.2. Entrada y salida

- 4.2.9.1.2.1. *Entrada y salida en condiciones de servicio*
- 4.2.9.1.2.2. *Salida de emergencia de la cabina de conducción*

#### 4.2.9.1.3. *Visibilidad exterior*

- 4.2.9.1.3.1. *Visibilidad delantera*
- 4.2.9.1.3.2. *Visibilidad trasera y lateral*

#### 4.2.9.1.4. *Distribución interior*

- 4.2.9.1.5. *Asiento del maquinista*
- 4.2.9.1.6. *Pupitre de conducción: ergonomía*
- 4.2.9.1.7. *Control de la climatización y calidad del aire*
- 4.2.9.1.8. *Iluminación interior*

### **4.2.9.2. *Parabrisas***

- 4.2.9.2.1. *Características mecánicas*
- 4.2.9.2.2. *Características ópticas*
- 4.2.9.2.3. *Equipo*

### **4.2.9.3. *Interfaz hombre-máquina***

- 4.2.9.3.1. *Función de control de la actividad del maquinista*
- 4.2.9.3.2. *Indicación de la velocidad*
- 4.2.9.3.3. *Pantallas y consolas del maquinista*
- 4.2.9.3.4. *Controles e indicadores*
- 4.2.9.3.5. *Marcado interior*
- 4.2.9.3.6. *Función de control remoto por radio por parte del personal para maniobras*

### **4.2.9.4. *Dotación y equipos portátiles***

### **4.2.9.5. *Almacenamiento de efectos personales de los trabajadores***

### **4.2.9.6. *Aparato registrador***

Si el vehículo dispone de sistema de protección embarcado Clase B, el aparato registrador debe registrar la lista de información detallada en el Anexo H de esta IF (H.3).

## **4.2.10. Seguridad contra incendios y evacuación**

### **4.2.10.1. *Aspectos generales y categorización***

### **4.2.10.2. *Medidas de prevención de incendios***

- 4.2.10.2.1. *Requisitos de los materiales*
- 4.2.10.2.2. *Medidas específicas para líquidos inflamables*
- 4.2.10.2.3. *Detección de cajas de grasa calientes*

### **4.2.10.3. *Medidas de detección y control de incendios***

- 4.2.10.3.1. *Extintores portátiles*
- 4.2.10.3.2. *Sistemas de detección de incendios*

- 
- 4.2.10.3.3. Sistema automático de lucha contra incendios para las unidades diésel de trenes de mercancías
  - 4.2.10.3.4. Sistemas de contención y control de incendios para el material rodante de viajeros
  - 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

#### ***4.2.10.4. Requisitos aplicables a situaciones de emergencia***

- 4.2.10.4.1. Iluminación de emergencia
- 4.2.10.4.2. Control de humos
- 4.2.10.4.3. Alarma de viajeros y medios de comunicación
- 4.2.10.4.4. Capacidad de circulación

#### ***4.2.10.5. Requisitos relativos a la evacuación***

- 4.2.10.5.1. Salidas de emergencia para viajeros
- 4.2.10.5.2. Salidas de emergencia de la cabina de conducción

### **4.2.11. Mantenimiento diario**

#### ***4.2.11.1. Aspectos generales***

#### ***4.2.11.2. Limpieza exterior del tren***

- 4.2.11.2.1. Limpieza del parabrisas de la cabina de conducción
- 4.2.11.2.2. Limpieza exterior en una estación de lavado

#### ***4.2.11.3. Conexión al sistema de descarga de retretes***

#### ***4.2.11.4. Equipo de recarga de agua***

#### ***4.2.11.5. Interfaz para la recarga de agua***

#### ***4.2.11.6. Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes***

#### ***4.2.11.7. Equipo de repostaje***

#### ***4.2.11.8. Limpieza interior del tren-alimentación eléctrica***

### **4.2.12. Documentación para la explotación y el mantenimiento**

#### ***4.2.12.1. Aspectos generales***

#### ***4.2.12.2. Documentación general***

#### ***4.2.12.3. Documentación relacionada con el mantenimiento***

- 4.2.12.3.1. Expediente de justificación del diseño del mantenimiento
- 4.2.12.3.2. Expediente de descripción del mantenimiento

#### ***4.2.12.4. Documentación sobre la explotación***

#### ***4.2.12.5. Diagrama de elevación e instrucciones***

#### ***4.2.12.6. Descripciones relacionadas con el rescate***

#### **4.2.13. Sistemas embarcados de control, mando y señalización**

##### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

Los requisitos sobre implementación y despliegue de equipos GSM-R y ERTMS/ETCS embarcados están recogidos en la ETI CMS en vigor.

Adicionalmente, para la obtención de la correspondiente autorización de entrada en servicio del material rodante, los indicados requisitos europeos serán complementados con las siguientes exigencias a nivel nacional:

- Vehículos nuevos o modificados, que esté previsto que accedan a líneas o rutas equipadas únicamente con sistema de comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra), deberán ser equipados con sistema tren-tierra embarcado conforme al apartado 4.2.13.5 de la presente IF.
- Vehículos nuevos o modificados, que esté previsto que accedan a líneas o rutas equipadas con sistema ERTMS/ETCS como sistema de protección principal instalado en tierra, deberán ser equipados con ERTMS/ETCS conforme al Anexo A de la ETI CMS.
- Vehículos nuevos o modificados, que esté previsto que accedan a líneas o rutas equipadas únicamente con sistemas clase B de protección en tierra, deberán ser equipados con alguno de dichos sistemas de clase B compatibles con los de vía.
- En el caso de que se prevea acceder a líneas o rutas en las que existan transiciones programadas entre ERTMS/ETCS y los sistemas de clase B, o entre diferentes sistemas de clase B, adicionalmente será de aplicación lo dispuesto en el apartado 4.2.13.3 sobre interfaz entre sistemas.

##### **4.2.13.1. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase A**

El equipo embarcado ERTMS/ETCS deberá cumplir con las prescripciones contenidas en la ETI de control, mando y señalización y en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [11].

La integración del equipo ERTMS/ETCS embarcado deberá garantizar la compatibilidad con los subsistemas de control-mando y señalización y de material rodante.

Se efectuarán ensayos de acuerdo a lo establecido en el apartado 6.2.3.11.

##### **4.2.13.2. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B**

Los equipos embarcados de protección del tren de clase B (ASFA digital y LZB) deberán contar con un certificado de cumplimiento de sus especificaciones y protocolos de ensayo, de acuerdo a lo establecido a nivel de componente en el apartado 6.1.3.1, y a nivel de subsistema en el apartado 6.2.3.12.

**ASFA digital:** Deberán cumplirse los requerimientos de integración en el material rodante según su especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [12].

**LZB:** Deberán cumplirse los requerimientos de integración en el material rodante según su especificación técnica.

Las funciones de los sistemas embarcados de protección del tren de clase B (ASFA digital y LZB) podrán ser desarrolladas por los correspondientes módulos STM, de acuerdo a los requisitos de la ETI CMS, o como sistemas independientes siempre que no esté previsto el acceso a líneas o rutas en las que existan transiciones programadas entre sistemas.

Deberán realizarse los ensayos estáticos y dinámicos incluidos en el protocolo de pruebas de integración para cada sistema de clase B.

##### **4.2.13.3. Interfaz entre los sistemas de control, mando y señalización de clase A y clase B**

Cuando sea obligatorio incorporar en el material rodante tanto el sistema ERTMS/ETCS embarcado como el sistema ASFA digital, para obtener la autorización de entrada en servicio, deberá

---

demostrarse el cumplimiento de lo dispuesto en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [13], sobre el interfaz entre ambos equipos embarcados, así como lo especificado en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [14], sobre las transiciones dinámicas entre el sistema ERTMS/ETCS y el sistema ASFA digital.

En el caso de que se prevea el acceso a líneas o rutas donde existan transiciones programadas entre el sistema ERTMS/ETCS y otros sistemas de clase B distintos al ASFA digital (cuya funcionalidad esté disponible a través del módulo STM citado en el apartado 4.2.13.2), o entre los propios sistemas de clase B, deberá evidenciarse para la obtención de la autorización de entrada en servicio, la integración segura del interfaz entre los diferentes sistemas en el caso de que sea necesario para una explotación segura, la ejecución de transiciones dinámicas entre ellos, en función de las características y transiciones programadas entre los diferentes sistemas de protección del tren instalados en tierra.

#### **4.2.13.4. Puntos abiertos de la ETI de control, mando y señalización**

##### Curvas de frenado del ERTMS/ETCS embarcado

En el caso de equipos embarcados ERTMS/ETCS Baseline 2, deberá incluirse obligatoriamente la funcionalidad de curvas de frenado descrita en la especificación funcional SUBSET-026 *System Requirements Specification* versión 3.4.0 y superiores, referenciada en el conjunto de especificaciones del Anexo A de la ETI CMS.

##### Fiabilidad del ERTMS/ETCS embarcado

En la actualidad, se cierra el punto abierto de la ETI CMS relativo a la fiabilidad, mediante la realización de recorridos finales en la RFIG para la obtención de la autorización de entrada en servicio (artículo 15 de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero).

#### **4.2.13.5. Comunicación por radiotelefonía: Analógica (tren-tierra) y GSM-R**

##### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

El tren-tierra deberá ser conforme a las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [15], [16] y [17].

Ver metodología de evaluación, para el sistema de comunicación GSM-R a nivel de subsistema, en el apartado 6.2.3.13.

### **4.3. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES**

#### **4.4. NORMAS DE EXPLOTACIÓN**

#### **4.5. NORMAS DE MANTENIMIENTO**

#### **4.6. COMPETENCIAS PROFESIONALES**

#### **4.7. CONDICIONES DE SALUD Y SEGURIDAD**

##### **4.7.1. Perturbaciones electromagnéticas**

Se cumplirán las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [18] y [19], en relación con la exposición humana.

Así mismo, se dará cumplimiento a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [20].

Ver metodología de evaluación en el apartado 6.2.3.14.

---

#### **4.7.2. Materiales y productos prohibidos o sometidos a restricciones**

Estará prohibida la utilización en el material rodante de todos los productos y sustancias químicas no permitidas por el Reglamento (CE) 987/2008 , y el Real Decreto 1802/2008, de 10 de marzo, por la que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

Los elementos (zapatas de freno, etc.) que en su funcionamiento sufren desgastes, no podrán contener productos contaminantes como amianto, plomo, etc. conforme al Real Decreto anteriormente citado y a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [21].

El gas estará prohibido en el material rodante como combustible de cocinas, calefacción, etc.

#### **4.8. REGISTRO EUROPEO DE TIPOS AUTORIZADOS DE VEHÍCULOS**

#### **4.9. REGISTRO ESPECIAL FERROVIARIO**

Deberá indicarse la referencia al tipo de vehículo inscrito en el Registro europeo de tipos de vehículos autorizados, de la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea, para su inscripción en la sección 5ª del Registro especial ferroviario.

Deberá aportarse la información relativa al vehículo que se deberá incluir en el Registro especial ferroviario, conforme al artículo 19 del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre.

## COMPONENTES NACIONALES CARACTERÍSTICOS

---

### 5. COMPONENTES NACIONALES CARACTERÍSTICOS

#### 5.1. DEFINICIÓN

Los componentes nacionales característicos están sujetos a los requisitos técnicos del capítulo 4 de la presente IF que les sea de aplicación.

Cuando el componente se monte en el vehículo, se validarán las exigencias de integración del componente en el material rodante, aplicando los requisitos de esta IF cuyos apartados se señalan entre paréntesis en el apartado 5.3.

La evaluación de dichos requisitos se realizará conforme al apartado 6.1 de esta IF.

#### 5.2. SOLUCIONES INNOVADORAS

#### 5.3. ESPECIFICACIÓN DEL COMPONENTE NACIONAL CARACTERÍSTICO

Solo se indican los componentes para los que esta IF establece exigencias adicionales a las ETI:

##### Locomotoras y Unidades autopropulsadas

- los sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B (apartado 4.2.13.2).

## EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O DE LA IDONEIDAD PARA EL USO Y VERIFICACIÓN “CE”

### 6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD O DE LA IDONEIDAD PARA EL USO Y VERIFICACIÓN “CE”

En este capítulo 6 solo se citarán aquellos aspectos complementarios a las ETI.

Cuando en un parámetro no se especifica el tipo de material, se sobreentiende que afecta a todos los tipos de material rodante tratados en esta IF.

#### 6.1. COMPONENTES

##### 6.1.1. Evaluación de la conformidad

Las fases de evaluación de los requisitos aplicables a los componentes característicos definidos en el capítulo 5 de la presente IF, se recogen en el cuadro D.2 del Anexo D.

Una vez que los componentes característicos hayan sido evaluados según dichas directrices, obteniendo un certificado CE avalando el cumplimiento de las normas nacionales que le sean de aplicación, se deberán evaluar las exigencias de integración de dichos componentes característicos en el material rodante especificadas en los capítulos 4 y 6 de la presente IF.

##### 6.1.2. Aplicación de módulos

Para la evaluación de conformidad de los componentes característicos en el material rodante se utilizarán los mismos módulos definidos en la ETI Loc. & Pas. 2014.

La evaluación de la conformidad deberá abarcar las fases y requisitos técnicos marcados con una “X” en el cuadro D.2 del Anexo D de esta IF. El solicitante elegirá uno de los módulos o combinaciones de módulos indicados en el siguiente cuadro, según el componente de que se trate.

Cuadro 6.1.2: Módulos de evaluación para componentes

APARTADO	COMPONENTE A EVALUAR	MÓDULOS						
		CA	CA1 O CA2	CB + CC	CB + CD	CB + CF	CH	CH1
4.2.13.2	Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B				X			X

## **6.1.3. Procedimientos particulares de evaluación del componente de interoperabilidad**

### **6.1.3.1. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B (4.2.13.2)**

#### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

El componente correspondiente al equipo ASFA digital embarcado deberá contar con un certificado expedido por un organismo designado del cumplimiento de los requisitos de su especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [22].

## **6.1.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación**

### **6.1.5. Soluciones innovadoras**

Serán de aplicación las disposiciones recogidas en el punto 6.2.5 de esta IF.

## **6.1.6. Evaluación de la idoneidad para el uso**

## **6.2. SUBSISTEMA DE MATERIAL RODANTE**

### **6.2.1. Verificación CE (aspectos generales)**

Los procedimientos de verificación "CE" aplicables a los subsistemas del vehículo se describen en el artículo 13 y el Anexo VI del RD 1434/2010, de 5 de noviembre.

### **6.2.2. Aplicación de módulos**

Los módulos de evaluación se definen en la Decisión de la Comisión 2010/713/UE, de 9 de noviembre de 2010. El solicitante deberá elegir uno de los módulos o combinaciones de módulos siguientes:

- Módulo SB + Módulo SD
- Módulo SB + Módulo SF
- Módulo SH1

Los requisitos del capítulo 4 de esta IF que sean aplicables, deberán ser evaluados durante las correspondientes fases de acuerdo con lo indicado en el cuadro E.2 del Anexo E de esta IF.

## **6.2.3. Procedimientos particulares de evaluación de subsistemas**

### **6.2.3.1. Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado (4.2.2.11)**

En aquellos depósitos que formen parte de elementos estructurales y que el producto de la máxima presión P (en bar) por el volumen (en litros) sea superior a 50 bar\*L se realizará una prueba hidrostática en fase serie, antes de la aplicación del recubrimiento de protección, equivalente a una presión igual a 1,5 veces la máxima presión P, conforme al Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo.

### **6.2.3.2. Gálbo (4.2.3.1)**

Para los ensayos tipo a vehículo completo existente que no sea conforme con las ETI, o no lo sea plenamente, este deberá dar cumplimiento a lo siguiente:

- Se medirán los contornos del vehículo real para comprobar que están de acuerdo con los empleados en los cálculos.
- El coeficiente de suspensión que se emplee en el cálculo será comprobado mediante análisis de diseño y ensayo tipo.

### **6.2.3.3. Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes (4.2.3.3.1)**

#### Locomotoras y unidades autopropulsadas

##### **Compatibilidad con los sistemas de mando y control. Perturbaciones**

La metodología del ensayo tipo a vehículo completo se incluye en las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [23] y [24].

### **6.2.3.4. 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)**

#### **Corrientes armónicas**

En el ensayo tipo, se comprobarán la compatibilidad del material rodante objeto de validación con los diferentes circuitos presentes en la RFIG, mediante la verificación de los límites de interferencia identificados en el Anexo L. Si durante dichos ensayos se identificara que las emisiones del material rodante superan los límites definidos para alguno de los circuitos de vía presentes en la RFIG, se deberá identificar mediante una restricción de uso.

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

### **6.2.3.5. Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado (4.2.3.3.2.1)**

Para la validación de un vehículo existente que no sea conforme con las ETI, o no lo sea plenamente, se comprobará:

En los ensayos tipo a vehículo completo para el equipo embarcado de detección de cajas de grasa se comprobará que la concepción del sistema cumple las exigencias de la ETI Loc. & Pas. 2014 y que el sistema de detección produce los distintos niveles de alarma en función de los umbrales definidos en las especificaciones establecidas por los fabricantes de los rodamientos. Para realizar esta comprobación se podrán emplear herramientas que simulen el comportamiento real de los transductores de temperatura, verificando que el resto de la cadena de medida y evaluación reacciona adecuadamente.

El cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [25] y [26], dará presunción de conformidad con el requisito de esta IF.

### **6.2.3.6. Características mecánicas y geométricas de los ejes montados (4.2.3.5.2.1)**

#### **Dimensiones geométricas de los ejes montados**

Para los ensayos se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Ensayo tipo: Medir las distancias entre caras internas de ruedas con el vehículo completo cargado. Se permitirá la realización de esta medición con el *bogie* en prensa simulando el peso del vehículo cargado.

### **6.2.3.7. Ejes montados de ancho variable (4.2.3.5.2.3)**

Los ensayos a vehículo completo se incluyen en el Anexo G (apartados G.5.2.2 a G.5.2.4).

### **6.2.3.8. Lubricación de la pestaña o del carril (4.2.3.8)**

#### Locomotoras y unidades autopropulsadas

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

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

### **6.2.3.9. Efectos aerodinámicos (4.2.6.2)**

#### Todo el material rodante

Para el caso de la evaluación de los efectos de estela y pulso de presión por paso de cabeza, en vez del proceso completo de validación requerido, se permite llevar a cabo una validación simplificada para material rodante cuyo diseño sea similar al de un material rodante que ya haya sido objeto de validación completa. En tal caso, la evaluación simplificada de la conformidad definida en las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [27] y [28], pudiendo aplicarse siempre que las diferencias en el diseño permanezcan dentro de los límites de dicha especificación.

Para el caso de material rodante que vaya a circular por líneas de ancho 1 668 mm se cumplirá con lo anterior, con la particularidad de que el punto de medida debe ser tomado a una distancia de:

- Para la evaluación del efecto estela sobre los viajeros en los andenes y en los trabajadores al lado de la vía: 3,1 m del eje de la vía.
- Para la evaluación del pulso de presión por paso de cabecera del tren: 2,6 m del eje de la vía.

### **6.2.3.10. Protección eléctrica del tren (4.2.8.2.10)**

#### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con pantógrafo

Los disyuntores serán ensayados en banco (ver Cuadro E.2 del Anexo E de esta IF) según la metodología establecida en las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [29] y [30].

### **6.2.3.11. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase A (4.2.13.1)**

#### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

Deberán realizarse los ensayos adicionales indicados en su caso por la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria para demostrar la compatibilidad técnica del vehículo con la red del área de uso, si se considera que son necesarios de cara a la emisión de la autorización de entrada en servicio.

### **6.2.3.12. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B (4.2.13.2)**

#### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

El sistema ASFA Digital embarcado deberá contar con un certificado expedido por un organismo designado del cumplimiento de los requisitos de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [31].

Deberá acreditarse el resultado positivo de los ensayos estáticos y dinámicos incluidos en el protocolo de pruebas de integración para cada sistema de clase B.

### **6.2.3.13. Comunicación por radiotelefonía: Analógica (tren-tierra) y GSM-R (4.2.13.5)**

#### Locomotoras, unidades autopropulsadas y coches con cabina de conducción

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

### **6.2.3.14. Perturbaciones electromagnéticas (4.7.1)**

En relación a la exposición humana por las perturbaciones generadas por los campos emitidos por los sistemas embarcados y las corrientes de retorno, se someterá a ensayo el material con arreglo a lo establecido en las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [32], [33] y [34]. Se deberá comprobar que se cumple el límite establecido en la referencia [32].

---

#### **6.2.4. Fases del proyecto en las que se requiere evaluación**

Las fases de evaluación de los requisitos aplicables a los parámetros básicos definidos en el capítulo 4 de la presente IF, se recogen en el cuadro E.2 del Anexo E.

#### **6.2.5. Soluciones innovadoras**

A efectos de adecuación al progreso tecnológico, pueden ser necesarias soluciones innovadoras que no cumplan las especificaciones contempladas en esta IF o sobre 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.

Las soluciones innovadoras pueden estar relacionadas con el subsistema de material rodante, sus partes y sus componentes de interoperabilidad.

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 IF o cómo las complementa y someterán tales diferencias al análisis de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria 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 necesarias para su inclusión en la IF a fin de permitir el uso de esta solución innovadora y, posteriormente, se integrarán en la IF durante el proceso de revisión. Si el dictamen resulta desfavorable, la solución innovadora propuesta no podrá aplicarse.

En espera de la revisión de la IF, el dictamen favorable emitido por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria se considerará un medio nacional aceptable de conformidad con los requisitos esenciales del RD 1434/2010, de 5 de noviembre, y, por consiguiente, será admisible a efectos de evaluación del subsistema.

#### **6.2.6. Evaluación de la documentación solicitada para la explotación y el mantenimiento**

#### **6.2.7. Evaluación de las unidades destinadas a explotación general**

#### **6.2.8. Evaluación de las unidades destinadas a formaciones predefinidas**

#### **6.2.9. Caso particular: evaluación de las unidades destinadas a formaciones existentes**

##### **6.2.9.1. Contexto**

##### **6.2.9.2. Caso de una formación fija que cumple la ETI**

##### **6.2.9.3. Caso de una formación fija que no cumple la ETI**

### **6.3. SUBSISTEMAS QUE INCLUYEN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE**

#### **6.3.1. Condiciones**

#### **6.3.2. Documentación**

#### **6.3.3. Mantenimiento de los subsistemas certificados conforme a la cláusula 6.3.1**

## 7. APLICACIÓN

**En este capítulo 7 solo se citarán aquellos aspectos complementarios a las ETI.**

**Como consecuencia de esto, cuando en un apartado del capítulo 7 de esta IF no existan requisitos adicionales a la ETI solo aparecerá el enunciado de dicho apartado.**

**Asimismo, cuando en un parámetro no se especifica el tipo de material, se sobreentiende que afecta a todos los tipos de material rodante tratados en esta IF.**

### 7.1. NORMAS GENERALES DE APLICACIÓN

La normativa de referencia a aplicar en el proceso de verificación de material rodante de acuerdo con esta IF se relaciona en el Anexo C, en el que se indica la versión de las citadas normas que deben aplicarse.

#### 7.1.1. Aplicación a material rodante de nueva construcción

##### 7.1.1.1. Aspectos generales

##### 7.1.1.2. Periodo transitorio

###### 7.1.1.2.1. Introducción

En el caso de proyectos o contratos que, en cumplimiento de lo establecido en la ETI, puedan dar lugar a la producción de material rodante que no cumpla íntegramente dicha ETI, y en el caso de no pertenecer al ámbito de aplicación de la ETI de material rodante de alta velocidad de 2008 ni de la ETI de locomotoras y coches de viajeros convencional de 2011, se fija el **1 de enero de 2021** como fecha límite para la obtención de la autorización de entrada en servicio de dichos vehículos.

###### 7.1.1.2.2. Definición de proyectos en fase avanzada de desarrollo

###### 7.1.1.2.3. Definición de contratos en curso de ejecución

###### 7.1.1.2.4. Definición de material rodante de un diseño ya existente

##### 7.1.1.3. Aplicación al material rodante auxiliar para la construcción de infraestructuras ferroviarias y el mantenimiento

Esta IF no es aplicable a dicho material.

---

**7.1.1.4. Interfaz con la aplicación de otras ETI**

**7.1.1.5. Medida transitoria para el requisito de seguridad contra incendios**

**7.1.1.6. Medida transitoria para los requisitos sobre ruido especificados en la ETI de material rodante de alta velocidad de 2008**

**7.1.1.7. Medida transitoria para los requisitos sobre viento transversal especificados en la ETI de material rodante de alta velocidad de 2008**

**7.1.2. Renovación y rehabilitación del material rodante ya existente**

**7.1.2.1. Introducción**

**7.1.2.2. Renovación**

**7.1.2.3. Rehabilitación**

**7.1.3. Normas relativas a los certificados de examen de tipo o de diseño**

Las disposiciones incluidas en el punto 7.1.3 de la ETI Loc. & Pas. 2014 relativas a los subsistemas material rodante y los componentes de interoperabilidad se aplicarán, *mutatis mutandis*, a los organismos designados y lo previsto en esta IF.

**7.1.3.1. Subsistema de material rodante**

**7.1.3.2. Componentes de interoperabilidad**

**7.2. COMPATIBILIDAD CON OTROS SUBSISTEMAS**

**7.3. 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**

## ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA

### **ASFA:**

Siglas de anuncio de señales y frenado automático.

Es un sistema ATP semicontinuo: ofrece una protección contra sobrevelocidad a lo largo del todo el recorrido del tren, pero recibe la información de manera puntual mediante un sistema de balizas instaladas en la vía. El sistema puede ser analógico o digital.

El sistema analógico, actualmente no permitido en la RFIG, es un sistema de repetición de señales en cabina que procesa la información procedente de la vía, con actuación sobre el freno de emergencia del tren en caso necesario.

El sistema digital, además de las funciones del sistema analógico, muestra un conjunto de indicaciones al maquinista para alertarle y facilitar la realización de las acciones requeridas.

### **ATP:**

Protección automática del tren (*Automatic Train Protection*). Los sistemas ATP que se utilizan en España son, el LZB y el ERTMS.

### **Cabina de conducción:**

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

### **Coche con cabina de conducción:**

Coche equipado con una cabina de conducción, con funcionalidad completa o reducida para maniobras.

### **Coche con pantógrafo:**

Coche equipado con un dispositivo de captación de energía de la línea aérea de contacto para alimentar sus propios equipos o los de la composición en a que se integra. No se incluyen los pantógrafos dedicados a otros fines distintos de la captación de energía (por ejemplo, auscultación de catenaria).

### **Encerrojamiento:**

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

### **ERTMS:**

Siglas de *European Rail Traffic Management System*. Sistema de gestión de tráfico ferroviario europeo.

### **ETCS:**

Siglas de *European Train Control System*. Sistema de control ferroviario europeo. Este sistema es un subconjunto del sistema ERTMS.

---

**Fase de análisis de diseño:**

Examen documentado completo y sistemático de la concepción del vehículo, o del componente de interoperabilidad, que permite evaluar su capacidad para cumplir las exigencias de diseño requeridas por las instrucciones ferroviarias.

**Fase de ensayo tipo:**

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

**Fase de ensayo serie:**

Conjunto de ensayos y pruebas que permitan evaluar y comprobar el cumplimiento, para cada uno de los vehículos ferroviarios fabricados, de las exigencias de ensayo de serie que se recojan como tales en las instrucciones ferroviarias.

Esta fase será de aplicación, únicamente, cuando la producción de los vehículos ferroviarios se realice bajo un sistema de calidad. Es decir, cuando no se disponga de un sistema de calidad, se deberán realizar los ensayos tipo en todos los vehículos de la serie.

**Fase de producción:**

Conjunto de ensayos, pruebas y auditorias previstas en las instrucciones ferroviarias para el proceso de fabricación de componentes.

**FDMS:**

Siglas de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad.

**GSM-R:**

Siglas de *Global System Mobile for Railway communications*. Sistema global para comunicaciones móviles ferroviarias.

**Instrucción ferroviaria:**

Conjunto de especificaciones técnicas que complementan a las ETI y que incluyen, entre otras, las exigencias a nivel nacional necesarias para cubrir los requisitos esenciales definidos en el Anexo III del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, relativos a casos específicos y puntos abiertos no cubiertos en las ETI, y que debe cumplir todo subsistema de carácter estructural para poder obtener la autorización de entrada en servicio.

**LZB:**

Siglas de *Linienförmige Zug Beeinflussung*. Sistema de supervisión continua de tren.

**Organismo de evaluación de la seguridad:**

Persona, organización o entidad independiente y competente interna o externa, que lleva a cabo una investigación que le permita emitir un juicio, basado en pruebas, sobre la idoneidad de un sistema para cumplir sus requisitos de seguridad, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Reglamento (UE) 402/2013, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, y que estará sujeto a un proceso previo de acreditación o reconocimiento conforme a lo establecido en dicho reglamento.

**Organismo designado:**

Organismo encargado de efectuar el procedimiento de verificación del cumplimiento de las normas nacionales notificadas, contenidas en las IF o en otra normativa previa a las IF, de conformidad con lo establecido en el artículo 3 bis de la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero.

**Organismo notificado:**

Organismo encargado de evaluar la conformidad o la idoneidad para el uso de los componentes de interoperabilidad o de tramitar el procedimiento de verificación "CE" de los subsistemas.

---

**Puntos abiertos:**

Parámetros técnicos correspondientes a los requisitos esenciales que no han podido ser tratados de manera explícita en una ETI en el momento en que esta fue redactada.

**Requisitos esenciales:**

Conjunto de condiciones, descritas en el Anexo III del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, que deben satisfacer el sistema ferroviario transeuropeo, los subsistemas y los componentes de interoperabilidad, incluidas las interfaces.

**Sistema de radiotelefonía:**

Sistema incorporado a los vehículos que permite la comunicación entre:

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

**TFA:**

Siglas de tubería de freno automático.

---

## ANEXO B. CORRESPONDENCIA ENTRE APARTADOS DE ESTA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA Y DE LAS ETI

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

Una vez efectuado el ejercicio de “limpieza” de normas nacionales innecesarias, efectuado tras una evaluación conjunta entre los Estados miembros y la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea, siguiendo el principio de prevalencia de las normas europeas frente a las nacionales y con la intención de ir reduciendo gradualmente la diversidad de sistemas heredados, en este Anexo se incluyen los siguientes tipos de requisitos para los que aún se conservan especificaciones nacionales:

- Casos específicos aprobados (capítulo 7 de las distintas ETI).
- Puntos abiertos:
  - Anexo I de la ETI Loc. & Pas.: “Aspectos para los cuales no se dispone de especificación técnica (puntos abiertos)”
  - Anexo G de la ETI de control, mando y señalización: “Puntos abiertos”

Estos puntos, a excepción de los enumerados en el Anexo F, se han cerrado basándose en las premisas fundamentales de normas europeas, ya sean normas armonizadas, o bien normas de amplio reconocimiento y uso en ausencia de aquellas.

- Aquellos requisitos en los que se admiten expresamente normas nacionales en las ETI. Estos puntos se han cerrado basándose en las premisas fundamentales de normas europeas, ya sean normas armonizadas, o bien normas de amplio reconocimiento y uso en ausencia de aquellas.
- Exigencias relacionadas con la compatibilidad técnica entre los subsistemas pertinentes de los vehículos y la integración segura de los mismos.
- Exigencias relacionadas con la compatibilidad técnica y la integración segura entre el vehículo y la red nacional.

Los requisitos contenidos en cada parámetro de las ETI serán verificados por un organismo notificado, mientras que los requisitos del capítulo 4 de esta IF deberán ser verificados por un organismo designado, conforme al capítulo 6 de la misma.

Con objeto de establecer los requisitos nacionales que la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria puede exigir según cada tipo de autorización a un vehículo, ya sea conforme con las ETI o bien se trate de un vehículo no conforme con las ETI, en el documento de referencia mencionado en el artículo 27 de la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad, se establece una correspondencia entre los apartados de los parámetros del capítulo 4 de esta IF y los apartados de las ETI relacionados con aquellos.

Para la validación de un vehículo existente que no sea conforme con las ETI, o no lo sea plenamente, este deberá dar cumplimiento, además de a los requisitos anteriormente citados para vehículos conformes con las ETI, a los parámetros relacionados con la compatibilidad con la infraestructura contemplados, bien en el documento de referencia mencionado en el artículo 27 de la Directiva 2008/57/CE clasificados como B y C, o en su ausencia, en las propias ETI.

No obstante, para la demostración del grado de cumplimiento de dichos requisitos, el solicitante podrá hacer uso de un estudio comparativo de la normativa técnica utilizada para la obtención de la primera autorización. Para ello, el solicitante hará uso del Reglamento (UE) n° 402/2013.

## ANEXO C: REFERENCIAS NORMATIVAS

En el cuadro C.1 se recoge la reglamentación citada en esta Instrucción.

En cuanto a la reglamentación referida, téngase en cuenta que será de aplicación el texto consolidado de la misma, la cual incluirá todas las modificaciones realizadas sobre la versión original.

Cuadro C.1: Referencias normativas de la instrucción ferroviaria

NORMA	APARTADO IF MR ALC
Decisión 2010/713/UE	1.3 6.2.2
Decisión 2012/757/UE	Anexo H.3
Reglamento (CE) n° 987/2008	4.7.2
Reglamento (UE) n° 402/2013	Anexo A Anexo B
Reglamento (UE) n° 1302/2014	4.1.1 4.2.3.5.2.1 4.2.3.8 4.2.6.2.3 4.2.6.2.4 4.2.8.2.9.10 6.1.2 6.2.3.5 7.1.3 Anexo B Anexo F
Reglamento (UE) n° 1136/2015	Anexo A
Reglamento (UE) n° 2016/919	4.2.13.1 4.2.13.4 6.2.3.11 Anexo B
Reglamento (UE) n° 2016/1628	4.2.8.3
Real Decreto 1802/2008	4.7.2
Real Decreto 1434/2010	1.1 2.1 3.1 3.2 4.9 6.2.1 Anexo A
Real Decreto 664/2015	4.2.3.4.2.2

NORMA	APARTADO IF MR ALC
Real Decreto 108/2016	4.2.2.11 4.2.4.2.1 6.2.3.1
Orden Ministerial FOM/3218/2011	1.1
Orden Ministerial FOM/167/2015	1.1 1.3 4.2.13.4 Anexo A
Orden Ministerial FOM/1630/2015	4.2.3.1

En el cuadro C.2 se recogen las normas citadas en esta Instrucción.

Para las referencias normativas indicadas en este cuadro, en el caso de que aparezcan nuevas versiones, y hasta que estas sean actualizadas en próximas revisiones de esta Instrucción, serán aplicables las versiones que se indican en dicho cuadro, salvo en el caso de normas UNE EN que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de aplicación de la Directiva 2008/57/CE, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia<sup>1</sup>.

Las normas recogidas en este cuadro podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.

Cuadro C.2: Referencias normativas de la instrucción ferroviaria<sup>2</sup>

ÍNDICE N°	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[1]	Fijación de dispositivos en la estructura de caja del vehículo	4.2.2.7	UNE-EN 12663-1 Marzo 2015	6.7.3
[2]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones.	4.2.3.3.1	UNE-EN 50121-3-1:2017+A1:2019 Junio 2019	6
[3]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones.	4.2.3.3.1	UNE-CLC/TS 50238-2:2020 Agosto 2020	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[4]	Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes basados en contadores de ejes	4.2.3.3.1.2	Eliminado	Eliminado

<sup>1</sup> En cuanto a las normas UNE y UNE-EN, si de la versión que se aplica en esta IF existe publicado posteriormente algún *erratum*, corrección, etc., la fecha que figura será la del *erratum*, corrección, etc., más reciente.

<sup>2</sup> Mediante la Resolución 6/2021 de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria se actualizan las referencias normativas del cuadro C.2.

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[5]	Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado	4.2.3.3.2.1	UNE-EN 12082 Septiembre 2018	7
[6]	Diseño estructural del bastidor de <i>bogie</i> para ancho 1668 mm	4.2.3.5.1	UNE-EN 13749 Julio 2012	Anexo F.2.2.2
[7]	Características mecánicas de las ruedas	4.2.3.5.2.2	UNE-EN 13979-1 Noviembre 2011	4 6 7
[8]	Focos de cabeza	4.2.7.1.1	UNE-EN 15153-1:2014+A1:2017 Marzo 2017	5.3.4 Tabla 2, línea segunda
[9]	Luces de posición	4.2.7.1.2	UNE-EN 15153-1:2014+A1:2017 Marzo 2017	5.4.5
[10]	Luces de cola	4.2.7.1.3	UNE-EN 15153-1:2014+A1:2017 Marzo 2017	5.5.5
[11]	Sistemas embarcados CMS clase A	4.2.13.1	ETC ETCS (FN): Especificación técnica de circulación: Funcionalidad nacional y valores naciones del sistema ERTMS/ETCS 10 julio 2019 (versión 1.0)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[12]	Sistemas embarcados CMS clase B	4.2.13.2	Especificación técnica ASFA digital embarcado [ET 03.365.008.6 – 1ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[13]	Interfaz entre sistemas embarcados CMS clase A y clase B	4.2.13.3	Especificación técnica ASFA digital embarcado [ET 03.365.008.6 – 1ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[14]	Interfaz entre sistemas embarcados CMS clase A y clase B	4.2.13.3	ETC ETCS (FN): Especificación técnica de circulación: Funcionalidad nacional y valores naciones del sistema ERTMS/ETCS 10 julio 2019 (versión 1.0)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[15]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación técnica de circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETCTT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[16]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación técnica de circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETCTT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[17]	Comunicación por radiotelefonía analógica (tren-tierra)	4.2.13.5	Especificación técnica de circulación: Sistema de radiotelefonía analógica (tren-tierra) [ETCTT] 9 mayo 2023 (versión 1.1)	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[18]	Perturbaciones electromagnéticas	4.7.1	UNE-EN 45502-2-1 Julio 2005	27.6
[19]	Perturbaciones electromagnéticas	4.7.1	UNE-EN 50500/ A1:2015 Mayo 2015	4.2 4.4.1
[20]	Perturbaciones electromagnéticas	4.7.1	UNE-EN 50121-3-2:2017/A1:2019 Junio 2019	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[21]	Materiales y productos prohibidos en elementos que sufren desgaste	4.7.2	UIC 345 Septiembre 2006 (1ª ed.)	C.5.2
[22]	Sistemas embarcados CMS clase B. Componentes	6.1.3.1	Especificación técnica ASFA digital embarcado [ET 03.365.008.6 – 1ª Edición + M1 + M2 + Erratum] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[23]	Metodología de ensayo. Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones	6.2.3.3	UNE-CLC/TS 50238-2:2020 Agosto 2020	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[24]	Metodología de ensayo. Compatibilidad con los sistemas de detección de trenes. Perturbaciones	6.2.3.3	UNE-EN 50121-3-1:2017/A1:2019 Junio 2019	6
[25]	Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado	6.2.3.5	UNE-EN 12082 Septiembre 2018	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[26]	Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado	6.2.3.5	UNE-EN 15437-2 Septiembre 2013	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[27]	Efectos aerodinámicos. Efecto estela	6.2.3.9	UNE-EN 14067-4 Diciembre 2014	4.2.4 Tabla 7
[28]	Efectos aerodinámicos. Pulso de presión por paso de cabeza	6.2.3.9	UNE-EN 14067-4 Diciembre 2014	4.1.4 Tabla 4
[29]	Protección eléctrica del tren. Ensayos en banco	6.2.3.10	UNE-EN 60077-3 Junio 2003	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[30]	Protección eléctrica del tren. Ensayos en banco	6.2.3.10	UNE-EN 60077-4 Marzo 2004	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[31]	Sistemas embarcados CMS clase B	6.2.3.12	Especificación técnica ASFA digital embarcado [ET 03.365.008.6 – 1ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[32]	Perturbaciones electromagnéticas. Ensayos	6.2.3.14	UNE-EN 45502-2-1 Julio 2005	27.6
[33]	Perturbaciones electromagnéticas. Ensayos	6.2.3.14	UNE-EN 50121-3-2:2017/A1:2019 Junio 2019	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[34]	Perturbaciones electromagnéticas. Ensayos	6.2.3.14	UNE-EN 50500/A1:2015 Mayo 2015	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[35]	Características generales a cumplir por el conjunto de rodadura de ancho variable	Anexo G.3.1.1	UNE-EN 13260 Julio 2011	3.2.7 3.2.8

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[36]	Características generales a cumplir por el bastidor del conjunto de rodadura de ancho variable	Anexo G.3.2	UNE-EN 13749 Julio 2012	4 6.2 7
[37]	Condiciones relativas a la tecnología de explotación de conjuntos de rodadura de ancho variable	Anexo G.4	UIC 510-4 Abril 2002 (2ª ed.)	Anexo C
[38]	Ensayos en banco de conjuntos de rodadura de ancho variable	Anexo G.5.2.1.a	UNE-EN 13749 Julio 2012	6.2.4
[39]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos. Requisitos	Anexo H.2.2.1	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	4.3 5 7 10 13
[40]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos. Ensayos	Anexo H.2.2.1	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	13.3
[41]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos. Condiciones ambientales	Anexo H.2.2.1	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	4.3.2
[42]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos. Vibraciones, choques y sacudidas	Anexo H.2.2.1	UNE-EN 61373 Abril 2011	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[43]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones eléctricas. Unidad de alimentación	Anexo H.2.2.2	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	5

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[44]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones eléctricas. Compatibilidad electromagnética	Anexo H.2.2.2	UNE-EN 50121-3-2:2017/A1:2019 Junio 2019	7 8
[45]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones eléctricas. Compatibilidad electromagnética	Anexo H.2.2.2	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	5 13
[46]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Condiciones eléctricas. Seguridad eléctrica	Anexo H.2.2.2	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	5 6
[47]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Fiabilidad del equipo	Anexo H.2.2.3	UNE-EN 50126-1 Septiembre 2018	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[48]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Vida útil	Anexo H.2.2.4	UNE-EN 50155 Septiembre 2018	4.3 5 7 10 13
[49]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Mantenimiento del equipo	Anexo H.2.2.5	UNE-EN 50126-1 Septiembre 2018	5.6.3.d)
[50]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Requisitos postaccidente	Anexo H.2.2.6	UNE-EN 50121-3-2:2017/A1:2019 Junio 2019	7 8
[51]	Especificaciones técnicas del registrador jurídico. Parámetros a registrar. ASFA digital	Anexo H.3.3	Especificación técnica ASFA digital embarcado [ET 03.365.008.6 – 1ª Edición + M1 + M2 + <i>Erratum</i> ] Enero 2020 <sup>(2)</sup>	Cl. Pertinente <sup>(1)</sup>
[52]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos directos. Acceso a los armarios de equipos	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	5.3.1.1

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[53]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos directos. Grado de aislamiento de los equipos	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	5.3.1.1 5.3.1.2 5.3.1.3 5.3.2.1
[54]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos directos. Grado de aislamiento de los equipos	Anexo I	UNE-EN 60529 Abril 2018	6
[55]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos directos. Rótulos de advertencia	Anexo I	UNE-EN 61310-1 Julio 2008	4.2 5.2
[56]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos indirectos. Aislamiento	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	5.3.2.3
[57]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos indirectos. Resistencia de puesta a tierra del vehículo	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	6.4
[58]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos indirectos. Comprobación de puestas a tierra	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	6.2 6.2.1

ÍNDICE Nº	IF MR ALC		DOCUMENTO NORMATIVO	
	CARACTERÍSTICA QUE DEBE EVALUARSE	CLÁUSULA	DOCUMENTO	CUESTIONES OBLIGATORIAS
[59]	Procedimiento de verificación y ensayo de las medidas de protección relativas a riesgos eléctricos para las personas. Contactos indirectos. Antenas	Anexo I	UNE-EN 50153/A1:2018 Enero 2018	6.4.4
[60]	Especificaciones técnicas para ruedas con discos de freno fijados con tornillo a su velo. Cargas y efectos a considerar	Anexo J.2.2.1	UIC 515-4 Enero 1993 (1ª ed.)	3.2
[61]	Especificaciones técnicas para ruedas con discos de freno fijados con tornillo a su velo. Cargas y efectos a considerar	Anexo J.2.2.1	UIC 615-4 Febrero 2003 (2ª ed.)	4.2
[62]	Especificaciones técnicas para ruedas con discos de freno fijados con tornillo a su velo. Cargas y efectos a considerar	Anexo J.2.2.1	UNE-EN 13749 Julio 2012	6

(1) Cláusulas de la norma que están directamente relacionadas con el requisito expresado en la cláusula de la IF MR ALC indicada en la columna 3.

(2) Con esta referencia normativa, es necesario tener en cuenta adicionalmente las siguientes fichas de modificación:

- Ficha 188, de 30 de junio de 2020, sobre correcciones de errores de la Especificación Técnica ASFA Digital Embarcado.
- Ficha 189, de 6 de mayo de 2022, sobre optimización de la funcionalidad para pasos a nivel.

## ANEXO D. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES NACIONALES CARACTERÍSTICOS

### D.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

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

### D.2. REQUISITOS FUNCIONALES Y TÉCNICOS

Los requisitos de los componentes nacionales característicos que deberán evaluarse en las distintas fases de diseño y producción aparecen marcados con un aspa (X) en el cuadro D.2.

En este cuadro se dan asimismo las referencias a los apartados del capítulo 6 para los casos en los que existe un procedimiento particular de evaluación.

Cuadro D.2: Evaluación de los componentes de interoperabilidad

REQUISITOS QUE DEBEN EVALUARSE	FASE DE DISEÑO Y DESARROLLO		FASE DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTOS PARTICULARES DE EVALUACIÓN
	ANÁLISIS DEL DISEÑO	ENSAYO DE TIPO	ENSAYO DE SERIE	
4.2.13.2. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B	X	X	X	6.1.3.1

## ANEXO E. EVALUACIÓN DE LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS COMPLETOS

### E.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

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

### E.2. REQUISITOS FUNCIONALES Y TÉCNICOS

Los requisitos del vehículo, adicionales a la ETI detallados en el capítulo 4 que deberán evaluarse en las distintas fases de diseño, instalación y servicio aparecen marcados con un aspa (X) en el cuadro E.2.

En este cuadro se dan asimismo las referencias a los apartados del capítulo 6 para los casos en los que existe un procedimiento particular de evaluación.

Cuadro E.2: Evaluación de los vehículos ferroviarios completos

CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN EVALUARSE	FASES DE DISEÑO Y DESARROLLO		FASE DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTOS PARTICULARES DE EVALUACIÓN
	ANÁLISIS DEL DISEÑO	ENSAYO DE TIPO	ENSAYO DE SERIE	
4.2.2.5. Seguridad pasiva	X	n.a	n.a	Anexo K
4.2.2.7. Fijación de dispositivos en la estructura de caja del vehículo	X	n.a	n.a	-
4.2.2.11. Depósitos de aire comprimido para aplicaciones diferentes del frenado	X	X	X	6.2.3.1
4.2.3.1. Gálibo	X	X	n.a.	6.2.3.2
4.2.3.3.1. Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	X	X	n.a.	6.2.3.3
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	X	X	X	6.2.3.4
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	X	n.a.	n.a.	-
4.2.3.3.2.1. Requisitos aplicables al equipo de detección embarcado	X	X	n.a.	6.2.3.5
4.2.3.5.1 Diseño estructural del <i>bogie</i>	X	n.a.	n.a.	-
4.2.3.5.2.1. Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	X	X	n.a.	6.2.3.6
4.2.3.5.2.2. Características mecánicas y geométricas de las ruedas	X	n.a.	n.a.	-

CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN EVALUARSE	FASES DE DISEÑO Y DESARROLLO		FASE DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTOS PARTICULARES DE EVALUACIÓN
	ANÁLISIS DEL DISEÑO	ENSAYO DE TIPO	ENSAYO DE SERIE	
4.2.3.5.2.3. Ejes montados de ancho variable	X	X	n.a.	6.2.3.7 Anexo G.5.2.2 Anexo G.5.2.3 Anexo G.5.2.4
4.2.3.8. Lubricación de la pestaña o del carril	X	X	X	6.2.3.8
4.2.4.2.1. Requisitos funcionales (frenado)	X	n.a.	n.a.	-
4.2.4.5.4. Cálculos relacionados con la capacidad térmica	X	n.a.	n.a.	-
4.2.6.2. Efectos aerodinámicos	n.a.	X	n.a.	6.2.3.9
4.2.6.2.3 Variaciones máximas de presión en túneles	X	X	n.a.	-
4.2.6.2.4 Viento transversal	X	n.a.	n.a.	-
4.2.7.1.1. Focos de cabeza	X	n.a.	n.a.	-
4.2.7.1.2. Luces de posición	X	n.a.	n.a.	-
4.2.7.1.3. Luces de cola	X	n.a.	n.a.	-
4.2.8.2.10. Protección eléctrica del tren	n.a.	X	X	6.2.3.10
4.2.8.3. Sistemas diésel y otros sistemas de tracción térmica	X	n.a.	n.a.	-
4.2.9.6. Aparato registrador	X	n.a.	n.a.	-
4.2.13. Sistemas embarcados de control, mando y señalización	X	n.a.	n.a.	-
4.2.13.1. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase A	X	X	X	6.2.3.11
4.2.13.2. Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B	X	X	X	6.2.3.12
4.2.13.2. Componente de interoperabilidad: Sistemas embarcados de control, mando y señalización de clase B	Expediente técnico (según Cuadro D.2)			-
4.2.13.3. Interfaz entre los sistemas de control, mando y señalización de clase A y clase B	X	n.a.	n.a.	-

CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN EVALUARSE	FASES DE DISEÑO Y DESARROLLO		FASE DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTOS PARTICULARES DE EVALUACIÓN
	ANÁLISIS DEL DISEÑO	ENSAYO DE TIPO	ENSAYO DE SERIE	
4.2.13.4. Puntos abiertos de la ETI de control, mando y señalización	X	n.a.	n.a.	-
4.2.13.5. Comunicación por radiotelefonía: tren-tierra y GSM-R	X	X	X	6.2.3.13
4.7.1. Perturbaciones electromagnéticas	X	X	n.a.	6.2.3.14

## ANEXO F. PUNTOS ABIERTOS DE LAS ETI QUE NO SE CIERRAN EN ESTA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA

Cuadro F.1: Puntos abiertos de la ETI Loc. & Pas. 2014 que no se cierran en la presente IF

PUNTOS ABIERTOS RELACIONADOS CON LA COMPATIBILIDAD TÉCNICA ENTRE EL VEHÍCULO Y LA RED	APARTADO ETI LOC. & PAS.
Efecto aerodinámico sobre vía con balasto para material rodante con velocidad de diseño $\geq 190$ km/h. Valores límite y evaluación de la conformidad a efectos de limitar los riesgos inducidos por la proyección de balasto	4.2.6.2.5
PUNTOS ABIERTOS NO RELACIONADOS CON LA COMPATIBILIDAD TÉCNICA ENTRE EL VEHÍCULO Y LA RED	APARTADO ETI LOC. & PAS.
Sistema embarcado de medición de energía. Comunicación del tren con el exterior: especificación relativa a los protocolos de interfaz y el formato de los datos transferidos	4.2.8.2.8 y Apéndice D
Sistemas de contención y control de incendios. Evaluación de la conformidad de los sistemas de contención y control de incendios que no sean tabiques completos	4.2.10.3.4

---

## **ANEXO G. EXIGENCIAS DE LOS EJES. CONCEPCIÓN, FABRICACIÓN Y VALIDACIÓN DE CONJUNTOS DE RODADURA DE ANCHO VARIABLE**

### **G.1. OBJETO**

Este Anexo se refiere a los requisitos y ensayos adicionales que deberán cumplir los conjuntos de rodadura de ancho variable destinados a vehículos que vayan a circular por los anchos de vía de la Red Ferroviaria de Interés General de 1 435 mm y 1 668 mm.

### **G.2. CONDICIONES GENERALES RELATIVAS A LOS CONJUNTOS DE RODADURA**

Los conjuntos de rodadura se diseñarán para una velocidad y carga por eje iguales o superiores a las especificadas para los vehículos en que vayan a ser utilizados.

### **G.3. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS A CUMPLIR POR LOS CONJUNTOS DE RODADURA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DISEÑO Y DEL MANTENIMIENTO**

#### **G.3.1. Conjunto de rodadura de ancho variable**

##### ***G.3.1.1. Características generales***

Las ruedas deberán desplazarse axialmente para adoptar una posición que les permita circular sobre vías con anchos de 1 435 mm y 1 668 mm.

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

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

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

El marcado de los elementos constitutivos y la protección contra la corrosión se efectuarán según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [35].

En los rodamientos de rodillos se utilizarán las directrices de las ETI, adaptadas a las condiciones específicas del sistema.

##### ***G.3.1.2. Ruedas***

Las ruedas cumplirán los requisitos técnicos de las ETI y del apartado 4.2.3.5.2.2 de esta IF, excepto en cuanto a las tolerancias geométricas y dimensionales y al ensayo de fatiga, que deberán adaptarse a las características específicas de la solución técnica adoptada.

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

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

##### ***G.3.1.4. Mecanismo de encerrojamiento***

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

- El buen encerrojamiento de las ruedas de un eje montado en la posición correspondiente

---

al ancho deseado, fuera de la instalación de cambio de ancho, cualesquiera que sean las condiciones de explotación compatibles con el resto de los requisitos aplicables de esta IF.

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

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

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

La resistencia del bastidor del conjunto de rodadura debe satisfacer las condiciones establecidas por la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [36].

### **G.3.3. Equipo de freno**

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

### **G.3.4. Exigencias del diseño orientadas al mantenimiento**

#### ***G.3.4.1. Condiciones generales***

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

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

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

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

Se recomienda que los conjuntos de rodadura y sus piezas constitutivas alcancen sin mantenimiento una prestación kilométrica mínima de 250 000 km o una duración de dos años. La verificación de las dimensiones geométricas y la comprobación de la ausencia de defectos deberán ser posibles con los dispositivos de medida y comprobación existentes.

En el caso contrario el fabricante deberá informar a la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria de esta circunstancia. Entre esta y el fabricante consensuarán los medios a utilizar.

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

El control del buen funcionamiento del encerrojamiento deberá ser simple.

#### ***G.3.4.3. Parte mecánica del freno***

La sustitución de las guarniciones o de las zapatas deberá poder efectuarse de forma similar a los conjuntos de rodadura de ancho fijo.

## **G.4. CONDICIONES RELATIVAS A LA TECNOLOGÍA DE EXPLOTACIÓN**

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

---

Las composiciones equipadas de conjuntos de rodadura de ancho variable deberán ser marcadas con los símbolos representados en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [37].

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

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

## **G.5. METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN**

### **G.5.1. Cálculos**

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

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

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

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

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

### **G.5.2. Ensayos**

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

#### **G.5.2.1. Ensayos en banco (ensayos de tipo)**

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

Cuadro G.5.2.1: Ensayo de fatiga en banco

FASE	NÚMERO DE CICLOS	FUERZA VERTICAL (KN)		FUERZA TRANSVERSAL (KN)	
		ESTÁTICA	DINÁMICA	ESTÁTICA	DINÁMICA
I	6*10 <sup>6</sup>	P	± 0,5 P a 4 Hz	0	± 0,3 P a 2 Hz
II	2*10 <sup>6</sup>	P	± 0,6 P a 4 Hz	0	± 0,36 P a 2 Hz
III	2*10 <sup>6</sup>	P	± 0,7 P a 4 Hz	0	± 0,42 P a 2 Hz

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

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

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

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

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

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

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

Cuando el cuerpo de eje no gire debe ser considerado como un elemento del bastidor de *bogie* y ensayado como tal, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [38].

- b) Con objeto de averiguar en qué medida pueden haberse degradado las diferentes piezas constitutivas del eje durante el ensayo de fatiga indicado en el apartado G.5.2.1.a inmediatamente antes y después del mismo se deberá:
- Determinar la rigidez del eje a los esfuerzos transversales, en las condiciones de vehículo vacío y cargado. Para ello se medirá la variación de la distancia entre caras internas de ruedas al aplicar a la altura de la pestaña esfuerzos transversales crecientes hasta el límite de *Prud'homme*.
  - Determinar el momento resistente a la rotación de una rueda respecto a la otra.
- c) El fabricante propondrá otros ensayos que puedan resultar del estudio de seguridad de funcionamiento.

### G.5.2.3. Ensayos de circulación (ensayos de tipo)

Los ensayos de circulación que se citan a continuación deberán realizarse, si se considera necesario, en los diferentes casos de ancho de vía.

- a) Justificar el buen funcionamiento del sistema de encerrojamiento efectuando, al menos, 500 cambios de ancho de vía sin ningún mantenimiento, ni verificaciones. Estos cambios de ancho deben efectuarse a la velocidad máxima de cambio de ancho definida para el sistema y en condiciones representativas de la explotación existentes en el lugar de la instalación de cambio de ancho.
- b) En caso de utilización de freno de zapata o frenos de disco próximos a los mecanismos de encerrojamiento y de desplazamiento de ruedas, efectuar frenadas continuas según un programa adecuado. Inmediatamente después del frenado, se verificará que el calentamiento no ha provocado daño en el funcionamiento del mecanismo de encerroja-

miento y en el desplazamiento axial de las ruedas, realizando un cambio de ancho en ambos sentidos.

- c) Otros ensayos que puedan resultar necesarios, a la vista del estudio de seguridad realizado.

### G.5.2.3. Ensayos en servicio (ensayos de tipo)

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

Cuadro G.5.2.3.a: Ensayos superados antes de comenzar los ensayos en servicio

	REF. DEL ENSAYO	% DEL ENSAYO QUE TIENE QUE HABERSE EFECTUADO ANTES DE INICIAR LOS ENSAYOS DE SERVICIO	EL ENSAYO TIENE QUE HABER CONCLUIDO SATISFACTORIAMENTE ANTES DE HABERSE RECORRIDO EN ENSAYOS DE SERVICIO LOS KM SIGUIENTES
ENS. BANCO	G.5.2.1.a	6 x 10 <sup>6</sup> ciclos	100 000
	G.5.2.1.b	A la vez que G.5.2.1.a	A la vez que G.5.2.1.a
	G.5.2.1.c	A determinar en cada caso	Repetir a los 50 000 km
ENS. CIRC.	G.5.2.2.a	100% (ensayo completo)	
	G.5.2.2.b	100%	

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

- a) Para los ensayos en servicio se utilizarán, como mínimo ocho ejes de ancho variable que han de efectuar los siguientes recorridos:

- Una primera fase de 50 000 km sobre vías de ancho 1 668 mm representativas de aquellas por las que se prevea vaya a circular en el futuro. Durante esta fase no efectuará cambios de ancho de vía. Se circulará con la masa máxima de diseño.
- Una segunda fase de 50 000 km en vías de anchos 1 668 y 1 435 mm (al menos un 20% en ancho 1 435 mm).

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

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

Al final de esta segunda fase se analizarán los resultados de los controles efectuados según G.5.2.3.b, y en caso positivo, se permitirá efectuar la siguiente fase en servicio comercial.

- Una tercera fase de 150 000 km en vías de ancho 1 668 y 1 435 mm de los cuales entre un 25 y un 50% será en uno de los dos anchos; se efectuarán como mínimo 150 cambios de ancho de vía. Se podrá circular en servicio comercial y se preverán recorridos a la velocidad máxima autorizada.

- b) Durante los ensayos en servicio se efectuarán los controles siguientes:

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

Se efectuará al menos una vez cada 1 000 km a la llegada al taller y/o al paso por la instalación de cambio de ancho de vía, en las fases primera y segunda.

Se anotarán las anomalías o incidencias.

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

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

- Medición de la rigidez de los ejes: se medirá la distancia entre caras interiores de ruedas tras la aplicación de esfuerzos transversales crecientes entre las caras interiores de ruedas a la altura de las pestañas (hasta el valor límite de *Prud'Homme* correspondiente al vehículo vacío y con carga máxima).

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

- Medición de la fuerza de traslación de las ruedas durante el paso por la instalación de cambio de ancho de vía (fuerza media y máxima por rueda).

Se efectuará con la periodicidad indicada en el cuadro siguiente.

### CONTROLES DURANTE LOS ENSAYOS EN SERVICIO

Cada 1 000 Km se efectuará un control visual por lo menos (fases 1 y 2, en la fase 3 en el control de rodadura o primer nivel de mantenimiento–el menor de los dos).

Cuadro G.5.2.3.b: Controles durante los ensayos en servicio

DESPUÉS DE RECORRER	CONTROL DE RODADURA	MEDICIÓN FUERZA TRASLACIÓN RUEDAS	MEDICIÓN RIGIDEZ EJES	OBSERVACIONES
0	x	x	x	Se circulará en vía de ancho 1 668 mm con la masa máxima, hasta velocidad máxima No se efectuarán cambios de ancho de vía
2 000	x			
5 000	x			
10 000	x		x	
20 000	x			
30 000	x		x	
40 000	x			
50 000	x	x	x	
60 000	x	x		En vías de 1 668 y 1 435 mm. Al menos 50 cambios de ancho con la masa máxima Gasta la velocidad máxima autorizada
70 000	x	x	x	
80 000	x	x		
90 000	x	x		
100 000	x	x	x	

DESPUÉS DE RECORRER	CONTROL DE RODADURA	MEDICIÓN FUERZA TRASLACIÓN RUEDAS	MEDICIÓN RIGIDEZ EJES	OBSERVACIONES
110 000	x			<p>En vías de 1 668 y 1 435 mm.  Al menos 150 cambios de ancho de vía  Servicio comercial  Gasta la velocidad máxima de autorización</p>
120 000	x			
130 000	x	x	x	
140 000	x			
150 000	x			
170 000	x	x	x	
190 000	x			
210 000	x	x	x	
230 000	x			
250 000	x	x	x	

- a) Los posibles daños producidos durante los ensayos en servicio serán registrados y analizados. Después de la realización de los ensayos según G.5.2.3.a los ejes serán desmontados totalmente para comprobar el desgaste de cada uno de los elementos constitutivos.

Sobre la base de estos resultados se han de establecer los valores límites provisionales de desgaste y se elaborarán las reglas provisionales de mantenimiento.

- b) Se redactarán informes de cada uno de los ensayos.

#### **G.5.2.4. Autorización de entrada en servicio definitiva**

Una vez realizados los 100 000 km correspondientes a las dos primeras fases de los ensayos en servicio descritos en el apartado G.5.2.3.a, y habiendo sido acreditado el resultado positivo, se emitirá la Autorización de Entrada en Servicio y, por tanto, se podrá iniciar el servicio comercial del vehículo.

La autorización de entrada en servicio será revisada en los siguientes momentos:

- A los 250 000 km, realizándose a lo largo del período los controles indicados en el punto G.5.2.3.b. Si los resultados son satisfactorios, la autorización revisada recogerá la naturaleza, periodicidad y alcance de las verificaciones a efectuar durante el siguiente período, previamente acordados entre el organismo designado, el administrador de la infraestructura y la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.
- A los 400 000 km o a los cuatro años, realizándose las verificaciones establecidas en la autorización de circulación vigente en ese momento. Si a la finalización de este periodo, no se ha producido ningún incidente relevante relacionado con la seguridad, se emitirá la autorización de entrada en servicio definitiva del vehículo.

Durante estos periodos, todo incidente relacionado con la seguridad de circulación debe ser dado a conocer a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. Esta podrá solicitar la paralización de los vehículos equipados de conjuntos de rodadura de ancho variable del mismo tipo que el que hubiera causado el citado incidente si los remedios definidos en común no resultan satisfactorios.

---

#### **G.5.2.5. Documentación necesaria**

- Esquemas de conjunto de los cuales se pueda deducir el funcionamiento y las características constructivas de los siguientes elementos:
  - Conjunto de rodadura de ancho variable.
  - Sistema de encerrojamiento.
  - Bastidor del conjunto de rodadura.
  - Colocación del freno en el conjunto de rodadura.
  - Caja de rodamientos de eje/rueda.
  - Fichas de registro de calidad.
  - Conjuntos de rodadura completos.
- Descripción del funcionamiento de los conjuntos de rodadura de ancho variable (instrucciones de uso).
- Instrucciones de funcionamiento de las cuales se derivan todos los trabajos de mantenimiento, reparación y ajuste necesarios.
- Instrucciones de montaje y control.
- Documentos que establezcan:
  - Los materiales y productos de engrase empleados.
  - Las pruebas efectuadas de recepción de los elementos de montaje.
  - Los ensayos efectuados.
  - Las instrucciones de trabajo para la reposición en vía, en caso de descarrilamiento de los vehículos de ancho variable y verificaciones o medidas necesarias.

---

## ANEXO H. REQUISITOS DEL REGISTRADOR JURÍDICO

(La información recogida en este Anexo es a título informativo, a excepción del apartado H.3.3 que es normativo)

### H.1. OBJETO

El objeto de este Anexo es establecer los requisitos generales, técnicos y funcionales que deberá reunir y cumplir una unidad de grabación embarcada.

Una unidad de grabación es un sistema embarcado destinado a registrar información relevante sobre la circulación del tren, compuesto por un *hardware*, un *software* e interfaces de E/S de datos, y que deberá soportar unas severas solicitaciones físicas y ambientales.

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

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

Consecuentemente, este documento abarca y define los puntos anteriores, estableciendo en todos los casos los mínimos requerimientos que se recomienda que reúna un sistema de grabación de datos jurídicos para ser apto y adecuado al uso. A excepción, de los requerimientos indicados en el apartado H.3.3, los cuales son de obligado cumplimiento siempre y cuando el vehículo a validar disponga de sistema ASFA.

### H.2. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SISTEMA

En el presente apartado se incluyen las especificaciones funcionales y técnicas que deberán cumplir los equipos de registro de datos embarcados en el vehículo.

Los requisitos mínimos que se consideran son los siguientes:

#### H.2.1. Especificaciones funcionales

##### *H.2.1.1. Funciones genéricas de la unidad de grabación*

La información deberá tratar los siguientes elementos:

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

##### *H.2.1.2. Requisitos de la unidad de grabación*

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

---

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

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

- **Calidad:** el dispositivo deberá registrar con una calidad tal que permita evaluar las conversaciones mantenidas en la cabina, así como las señales de advertencia en la cabina, en las peores condiciones de ruido proveniente del exterior (tren a velocidad máxima).
- **Capacidad:** la capacidad de almacenamiento del dispositivo, en condiciones normales de servicio del tren, no será inferior a 30 minutos de funcionamiento en memoria CPM.
- **Activación/desactivación:** el dispositivo permanecerá activado si la velocidad es superior a 0 km/h y la cabina de conducción está activa.

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

#### ***H.2.1.3. Compatibilidad***

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

#### ***H.2.1.4. Color***

La unidad de grabación deberá ser de color RAL2003 y debe estar claramente identificada.

#### ***H.2.1.5. Activación y autodiagnos***

La unidad de grabación deberá activarse automáticamente cuando el maquinista active la consola de conducción de la unidad tractora. A continuación, el equipo deberá iniciar su proceso de autodiagnos para establecer si está en condiciones de operar correctamente.

La duración de la autodiagnos no excederá los 20 segundos ni requerirá la interacción del maquinista. El resultado se indicará al maquinista, y se registrará en la unidad de grabación.

#### ***H.2.1.6. Interfaz con el maquinista***

El maquinista dispondrá de una indicación visual en la cabina de conducción que indique si la unidad de grabación no puede desempeñar las funciones requeridas o si el resultado de la autodiagnos resulta negativo.

#### ***H.2.1.7. Exigencias de operatividad***

La unidad de grabación será operativa, como mínimo, desde 0 km/h hasta la velocidad máxima del vehículo aumentada en un 10%.

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

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

#### ***H.2.1.8. Entradas y salidas de señales***

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

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

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

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

#### **H.2.1.9. Período de retención de los datos**

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

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

## **H.2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **H.2.2.1. Condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos**

En lo que se refiere a los requisitos sobre las condiciones de funcionamiento, diseño, construcción y ensayos, serán de aplicación la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [39].

Todos los ensayos se realizarán conforme a las especificaciones indicadas en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [40].

- Condiciones ambientales:
  - Temperatura: se aplicará la categoría T3 establecida en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [41].
  - Grado de humedad: las partes mecánicas, cajas, tapas, etc., llevarán un tratamiento anticorrosión adecuado para operación en ambientes salinos cercanos a la costa. En las superficies enfriadas puede haber un 100% de humedad relativa que dé lugar a condensación sobre algunas partes de los equipos; esto no deberá dar lugar a un mal funcionamiento de los mismos. El equipo deberá soportar una humedad relativa del 95% durante al menos 30 días seguidos.
  - Altitud: la elección de componentes tendrá en cuenta que deberán poder operar a altitudes en nivel del mar y 1 500 metros sobre este.

- Vibraciones, choques y sacudidas:

En lo que se refiere al ensayo de vibraciones, choques y sacudidas, el equipo deberá soportar los límites indicados en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [42]. Estos límites son:

- Vibraciones: el equipo deberá soportar los ensayos válidos para un equipo de categoría 1B (tablas 1 y 2 de los apartados 8 y 9 de la citada norma).
- Choques y sacudidas: deberá garantizarse que los equipos, de categoría 1B, soportan los siguientes niveles de aceleración:

Cuadro H.2.2.1: Niveles de aceleración en choques y sacudidas

	VERTICAL	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
NIVEL DE ACCELERACIÓN (g)	30 m/s <sup>2</sup> durante 30 m	30 m/s <sup>2</sup> durante 30 m	50 m/s <sup>2</sup> durante 30 m

---

Adicionalmente, deberá funcionar correctamente ante solicitudes introducidas por el funcionamiento normal del vehículo. En particular deberá soportar aceleraciones longitudinales de hasta  $7 \text{ m/s}^2$ , con duraciones superiores a 50 m, introducidas por la tracción o el frenado del vehículo.

- Componentes:

Los componentes electrónicos a usar tendrán al menos rango industrial.

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

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

#### **H.2.2.2. Condiciones eléctricas**

- Unidad de alimentación:

La unidad de alimentación se surtirá de la línea de batería, y proporcionará la alimentación necesaria para el funcionamiento de todo el equipo.

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

La unidad de alimentación se adaptará a las especificaciones indicadas en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [43].

- Requisitos de compatibilidad electromagnética:

Se cumplirá con lo establecido en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [44].

Se cumplirá con los requisitos EMC y con las condiciones eléctricas de servicio especificadas en la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [45] y de acuerdo a los ensayos referidos dicha especificación.

- Seguridad eléctrica:

Respecto a la seguridad de las personas relativa a riesgos eléctricos, será de aplicación la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [46].

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

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

- Instalación:

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

#### **H.2.2.3. Fiabilidad del equipo**

El parámetro utilizado para el estudio de fiabilidad será el MTBF (tiempo medio entre fallos).

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

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

---

Deberá entregarse la documentación necesaria para garantizar la seguridad global del sistema. Para ello, deberá elaborarse un estudio FDMS (fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad) de acuerdo con la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [47].

#### **H.2.2.4. Vida útil**

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

Cuando el fabricante utilice componentes con una vida conocida menor que la vida útil del equipo electrónico, deberá garantizar su reposición para conseguir la vida útil exigida. No obstante, si por obsolescencia tecnológica no fuese posible su reposición, se sustituirán por otros componentes similares de manera que se mantenga el conjunto total de funcionalidades del equipo conforme a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [48].

#### **H.2.2.5. Mantenimiento del equipo**

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

- Mantenibilidad

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

- No deberá ser necesario un mantenimiento regular.
- Se podrá comprobar la operatividad de las tarjetas módulos que componen el sistema individualmente.
- La instalación del equipo no debe impedir el correcto acceso a otros sistemas instalados en el vehículo.
- Todas las tarjetas estarán polarizadas mecánicamente para evitar errores de conexión de las mismas.
- Las tarjetas estarán protegidas contra las posibles descargas electrostáticas provocadas por su manipulación manual. La protección se realizará por medios que aislarán del contacto, tanto con componentes, como con soldaduras.
- Será de aplicación la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [49], que constituirá una base de diseño en esta materia.

- Sistemas de autodiagnóstico integrados

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

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

- Código de error.

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

- Condiciones de inflamabilidad

Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- Minimizar el riesgo de autoignición de un fuego que comience en un componente de un equipo debido a fenómenos eléctricos anormales, tales como sobrecarga, cortocircuito, contactos defectuosos, envejecimiento térmico prematuro, etc.

- Resistir al fallo cuando se encuentre expuesto a fuegos inducidos, mediante el empleo de cableados y recubrimientos adecuados de los mismos.
- Minimizar el humo y los gases nocivos emitidos en el caso de que el equipo se incendie.

#### **H.2.2.6. Requisitos postaccidente**

La memoria protegida de la unidad de grabación será capaz de soportar los siguientes efectos tras un accidente, sin que se pierda ni altere la información almacenada y permitiendo su extracción:

- Se cumplirán los criterios de compatibilidad electromagnética de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [50].
- Fluidos y sus componentes, tales como: alcohol, anticongelante, carburante diésel, fluidos hidráulicos, aceites lubricantes, ácido de batería, etc.
- Agua y polvo: Se garantizará un nivel de protección mínimo IP 67.
- El sistema de almacenamiento dispondrá de conexión serie tipo Dsub9 (RS-232 hembra) para el acceso a la información registrada en caso de accidente, estando de acuerdo con lo indicado en la norma SUBSET-027 para la descarga de datos del sistema ETCS. Se aceptarán también conexiones tipo RJ-45 estándar (Ethernet), USB 2.0 o superior (pasivo).

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

### **H.3. PARÁMETROS A REGISTRAR**

En este apartado se incluye un listado de parámetros que deben registrar los equipos.

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

A continuación se incluyen las señales a registrar como datos de cabecera, generales y en función del sistema que lleve activo el vehículo. Solo se consideran las señales adicionales a las ya especificadas por el apartado 4.2.3.5 de la ETI de explotación y gestión del tráfico.

#### **H.3.1. Datos de cabecera**

- Velocidad máxima del vehículo.
- Porcentaje de freno del tren.
- Diámetro de rueda.

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

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

#### **H.3.2. Generales**

- Estado de la unidad de grabación (*on/off/error*).
- Recorrido actual (m).

- 
- Velocidad registrada por el velocímetro.
  - Velocidad prefijada conectada.
  - Sentido de la marcha/Posición del inversor.
  - Puertas del vehículo autopropulsado cerradas.
  - Puertas izquierdas desbloqueadas.
  - Puertas derechas desbloqueadas.
  - Operaciones del tren terminadas (si está implementado).
  - Dispositivo de vigilancia (HM) en servicio.
  - Dispositivo de vigilancia (HM) anulado.
  - Freno de emergencia por dispositivo de vigilancia (HM).
  - Freno de emergencia por accionamiento manual (seta, freno neumático máximo).
  - Presión de la tubería de freno automático OK.
  - Freno directo activado.
  - Elevada temperatura de las cajas de grasa.
  - Alarma de viajeros activada.
  - Señales luminosas por cabeza y cola activas (en unidades autopropulsadas).

### **H.3.3. ASFA**

- Siete canales digitales para el registro de las informaciones del ASFA conforme al documento de la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [51].
- Registro de velocidad ASFA

Si la unidad de grabación embarcada dispone de puerto de entrada RS-485, el registro de las informaciones del ASFA podrá realizarse mediante este en vez de a través de los siete canales digitales.

### **H.3.4. LZB**

- Transmisión LZB.
- Prueba funcional.
- Rebase de punto de parada.
- Freno automático.
- Freno emergencia.
- Autorización.
- Posiciones de los conmutadores LZB de aislamiento y de defecto.
- Rebasar.
- Liberar.
- Alertar, si procede.
- Cambio de sentido del recorrido.
- Presión adecuada en TFA.
- Error telegrama LZB (deseable).
- Tipo de Freno (TF).

- 
- Porcentaje de freno (PFT).
  - Velocidad máxima del tren (VMT).
  - Longitud del tren.
  - Diámetro rueda 1.
  - Diámetro rueda 2.
  - Vcons.
  - Vreal.
  - Magnitudes V-meta y D-meta apagadas.
  - Deceleración de frenado.
  - Bloqueo parcial.

### **H.3.5. ETCS**

La unidad de grabación debe ser capaz de registrar y de producir un *output* de la información almacenada para permitir su análisis mediante sistemas externos, de acuerdo con el listado de parámetros prescrito en el documento SUBSET027.

### **H.4. METODOLOGÍA DE ENSAYO A COMPONENTE**

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

- Fase de análisis de diseño y ensayo de tipo.  
Se comprobará el cumplimiento de todos los requisitos mencionados en este Anexo mediante certificado del fabricante y mediante las pruebas que se establezcan en el protocolo.
- Fase de ensayo de serie.  
Se comprobará que todas las interfaces previstas funcionan correctamente.

## ANEXO I. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN Y ENSAYO DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RELATIVAS A RIESGOS ELÉCTRICOS PARA LAS PERSONAS

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

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

- Contactos directos:

- Acceso a los armarios de equipos:

Se comprobará que el procedimiento de acceso implementado para la protección contra el contacto directo en las partes en tensión del vehículo susceptibles de causar descargas eléctricas cumple la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [52].

**La verificación será mediante prueba y/o inspección visual (fase tipo).**

**En los casos en los que exista un sistema de enclavamiento, se comprobará visualmente la existencia de llaves y se efectuará una prueba funcional de apertura y cierre de todas las puestas a tierra del equipamiento eléctrico del vehículo (fase serie).**

- Grado de aislamiento de los equipos:

- Se comprobará que las partes en tensión situadas en el exterior del vehículo, que pudieran ser potencialmente accesibles a las personas, están protegidas contra el contacto directo por medio de la distancia en el aire, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [53].

**La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).**

- Como mínimo, las partes en tensión susceptibles de causar descargas eléctricas, y que puedan ser accesibles a las personas, deben ser conformes al grado de protección IP4X, y si están conectados físicamente a la tierra del vehículo, de IP2XD, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [53].

**La verificación será mediante inspección visual y prueba con certificado del fabricante (fase tipo).**

- Los equipos bajo bastidor estarán protegidos contra contacto directo por las carcasas de conjuntos propiamente dichos o carenados según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [53].

**La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).**

- Los conectores accesibles directamente e instalados a la intemperie deben ser estancos (mínimo grado de protección IP66, conforme a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [54].

**La verificación será mediante inspección visual y certificado del fabricante (fase tipo).**

- Rótulos de advertencia: Las zonas con riesgo eléctrico estarán debidamente señalizadas con pictogramas según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [55].

**La verificación será mediante inspección visual (fase serie).**

- Contactos indirectos:

- Aislamiento:

Todos los componentes constituyentes de la línea de techo, así como los cables de potencia y de control que trascurren entre los testeros de los vehículos, estarán completamente aislados conforme a la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [56].

---

**La verificación se llevará a cabo mediante inspección visual (fase tipo).**

- Resistencia de puesta a tierra del vehículo:

Se realizará la medida de la resistencia entre la caja y el carril, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [57].

**La verificación de la sección de trencillas se llevará a cabo en la fase de diseño. La medida será mediante prueba (fase serie) y la verificación de su correcta instalación en el vehículo se realizará mediante inspección visual (fase serie).**

- Comprobación de puestas a tierra del equipamiento eléctrico del vehículo:
- La puesta a tierra se realizará con cables con cubierta de color verde-amarillo o mediante trencillas extraflexibles, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [58].

**La verificación será mediante comprobación de sus secciones (fase de diseño) e inspección visual (fase serie).**

Todos los elementos metálicos que por proximidad puedan verse sometidos a tensión en caso de derivación es necesario que sean puestos a tierra mediante las correspondientes trencillas de protección. Estas trencillas estarán debidamente dimensionadas en función las intensidades que se prevé puedan conducir en caso de derivación, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [58].

**La verificación de la sección de trencillas se llevará a cabo en la fase de diseño, mientras que la verificación de su correcta instalación en el vehículo se realizará mediante inspección visual (fase serie).**

- Antenas:

En el caso de caída de catenaria, es preciso garantizar una correcta puesta a tierra de las antenas para no introducir la descarga en el interior del vehículo, según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [59].

**La verificación será mediante inspección visual (fase tipo).**

## ANEXO J. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA RUEDAS CON DISCOS DE FRENO FIJADOS CON TORNILLOS A SU VELO

### J.1. OBJETO

El objeto de este Anexo es determinar las condiciones de diseño de las ruedas con discos de freno fijados al velo de la rueda a través de taladros en el velo.

La norma de diseño de referencia para el cálculo de ruedas es la UNE-EN 13979-1. Dicha norma analiza únicamente el caso de frenado mediante zapata en llanta. Por ello, la norma UNE-EN 13979-1 es aplicable en su totalidad, excepto en los puntos que se indican a continuación.

Cuadro J.1: Secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1

ASPECTOS TERMOMECÁNICOS	ASPECTOS ACÚSTICOS
Sección 3.2	Sección 3.4
Sección 6	Sección 8
Sección 9.d	Sección 9.f
Anexo A	Anexo E

El presente Anexo complementa las directrices definidas en la citada norma UNE-EN 13979-1 a fin de tener en cuenta el diseño de las ruedas con discos de freno fijados al velo de la rueda a través de taladros en el velo.

### J.2. DOCUMENTOS DE APLICACIÓN

La norma UNE-EN 13979-1 es de aplicación al diseño de las ruedas objeto de este Anexo, excepto en los aspectos y puntos indicados en el apartado anterior.

En esta sección se justifica la no aplicabilidad de las secciones mencionadas, se proporcionan directivas de cálculo y se complementan las secciones de la UNE-EN 13979-1 para adecuarla al diseño de las ruedas objeto de este Anexo.

Las secciones afectadas se refieren a:

- Consideraciones termomecánicas.
- Consideraciones mecánicas.
- Consideraciones acústicas.

A continuación se desarrolla cada apartado.

#### J.2.1. Consideraciones termomecánicas

##### *J.2.1.1. Justificación de las secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1*

En la siguiente tabla se indican los argumentos por los que no son aplicables las secciones de la norma UNE-EN 13979-1 anteriormente relacionadas.

Fundamentalmente se hace hincapié en la no criticidad de los parámetros analizados por la norma por dos motivos:

1. La norma analiza tensiones en llanta, mientras que en una rueda frenada por disco, la sección más solicitada se centra en el velo y uniones a llanta y cubo.
2. Las temperaturas que se alcanzan en llanta para el caso de una rueda frenada por disco son muy inferiores al caso analizado por la norma UNE-EN 13979-1.

Cuadro J.2.1.1: Secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1

SECCIÓN NORMA UNE-EN 13979-1	RAZÓN PARA LA NO APLICACIÓN
3.2	Las cargas a considerar indicadas en esta sección se refieren a un sistema en el que el frenado se hace en llanta
6	La etapa de ensayos para el aseguramiento del comportamiento se refiere a una aplicación en la que el frenado se haga en llanta. Las tensiones a ser comprobadas según la norma son medidas en llanta únicamente. Los parámetros definidos en la sección 6.2.2 sí serán comprobados como parte del cálculo termomecánico
9.d	Los documentos necesarios para el aseguramiento del comportamiento termomecánico vienen definidos en este Anexo
Anexo A	Los parámetros de ensayo y flujos descritos corresponden a la definición realizada en la sección 6. En dicho análisis se miden tensiones en llanta

### **J.2.1.2. Cargas y efectos a considerar**

Efecto termomecánico debido al calor aportado por el disco a la rueda. Para ello, el diseñador del vehículo/sistema de freno deberá aportar información necesaria sobre el sistema de frenado:

- Potencia transmitida, en el tiempo, al velo de la rueda.
- Duración de la aplicación de calor.
- Velocidad a la que va a circular el tren.
- Definición de los puntos de contacto a considerar: superficie de contacto entre disco y velo.

La utilización de otros parámetros adicionales de cálculo podrá ser acordada entre el cliente y el suministrador.

### **J.2.1.3. Puntos a analizar**

Mediante cálculos y análisis por elementos finitos (efectuado siguiendo los requerimientos indicados en el Anexo C de la norma UNE-EN 13979-1). Se calcularán:

- Nivel de tensiones residuales.
- Deformaciones laterales en caliente.
- Deformaciones residuales.

Las zonas a analizar son el velo de la rueda, uniones cubo-velo, uniones llanta-velo y llanta.

### **J.2.1.4. Criterio de aceptación**

Para considerar satisfactorio el cálculo termomecánico se deben de dar dos condiciones:

- Se comprobará que la llanta está dentro de los parámetros establecidos por el apartado 6.2.2 de la UNE-EN 13979-1 para las deformaciones.
- Se superpondrán las tensiones de origen térmico en el cálculo mecánico a fatiga. El resultado del cálculo mecánico ha de ser entonces satisfactorio.

Los resultados de los cálculos mecánicos y termomecánicos, junto con los parámetros de partida del cálculo, quedarán recogidos en un documento de cálculo que acompañará a la documentación de diseño.

## **J.2.2. Consideraciones mecánicas**

En el caso de las cargas mecánicas a considerar, lo establecido en la norma UNE-EN 13979-1 es de aplicación, pero, debido al montaje de discos de freno, otros factores han de añadirse para completar el cálculo.

Las siguientes secciones definen estas cargas y criterios para la aceptación de los cálculos.

### **J.2.2.1. Cargas y efectos a considerar**

Definidos en la norma UNE-EN 13979-1:

- Hipótesis de carga definidas por el apartado 7.2.1 de la UNE-EN 13979-1.

Efectos añadidos al cálculo:

- Interferencia media entre cubo y rueda definida en el diseño.
- Fuerza centrífuga a velocidad máxima.
- Sobrecarga (carga por rueda) en rueda por el efecto del balanceo en caso de paso por curva (llevado al punto de contacto rueda/carril), derivado del coeficiente de balanceo indicado en las especificaciones técnicas indicadas en el Anexo C, cuadro C.2, índices [60] y [61].
- Efecto de las tensiones obtenidas en el cálculo termomecánico (sección J.2.1 del presente Anexo).
- Consideración de la presión de apriete originada por la presión de los discos sobre el velo de rueda para la aplicación concreta.
- Esfuerzos de fatiga dinámicos de los discos de freno en el plano vertical (Según la especificación técnica indicada en el Anexo C, cuadro C.2, índice [62]).
- Consideración del par de frenado de acuerdo con las condiciones previstas para la aplicación concreta.

Toda la información del sistema de fijado del disco a rueda deberá ser facilitada por el diseñador del montaje de disco (fabricante de discos de freno).

Para cada estudio particular se elegirán las combinaciones de los factores indicados anteriormente para conseguir las hipótesis más desfavorables que marquen el máximo y mínimo del rango de tensiones. A partir de esas tensiones extremas se determinarán la tensión media y la alternancia.

Siempre que las tensiones principales giren más de  $\pm 15^\circ$  y que su valor sea significativo se realizará un cálculo de fatiga multiaxial con las tensiones admisibles asociadas a los criterios de Crossland o Dang Van.

En las zonas alejadas de los taladros en el velo, el valor límite para las tensiones admisibles en el velo de la rueda será el indicado en la norma de referencia UNE-EN 13979-1.

En las proximidades de los taladros, el valor límite para las tensiones admisibles a fatiga en el velo de la rueda se reducirá todo lo posible, recomendándose alcanzar el 50% del valor indicado en la norma UNE-EN 13979-1.

### **J.2.2.2. Puntos a analizar**

Mediante un análisis de elementos finitos se calculan las zonas del velo de la rueda, uniones cubo-velo y llanta-velo, igual que en el cálculo de las hipótesis mecánicas indicadas en la norma UNE-EN 13979-1.

### **J.2.2.3. Criterio de aceptación**

Las tensiones en cualquier punto del velo de la rueda y uniones cubo-velo y llanta-velo han de situarse, en el caso de fatiga monoaxial, dentro de los valores permitidos por el diagrama de Haigh para dicho material. Para el caso de fatiga multiaxial, las tensiones deberán estar dentro de los valores admisibles asociados a los criterios de Crossland o Dang Van.

Los resultados de los cálculos mecánicos y termomecánicos quedarán recogidos en un documento de cálculo.

La experiencia indica que el montaje del disco en la rueda puede originar defectos que reduzcan la resistencia a fatiga de la rueda. Los expertos están de acuerdo en afirmar que tener en cuenta estas consideraciones en la determinación del límite de fatiga es, hoy en día, muy difícil al no tener un retorno de experiencia suficiente. Por ello es necesario adoptar medidas de mantenimiento preventivo que permitan detectar con antelación la aparición de defectos. Véase el apartado J.3 de este Anexo.

### J.2.3. Consideraciones acústicas

#### J.2.3.1. Justificación de las secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1

Tal y como indica la propia norma en su apartado 8.1: "El aseguramiento del comportamiento acústico de las ruedas es profundamente dependiente de diversos parámetros que no están directamente relacionados con el diseño particular de la rueda. Por este motivo el resultado obtenido con el nuevo diseño de rueda será comparado con otro sistema ferroviario de referencia con un determinado estado de mantenimiento de las vías"

En concreto, en el caso que nos ocupa, no se tienen los datos, rueda de referencia, etc. que indica la norma para hacer un cálculo comparativo.

En la siguiente tabla se indican los argumentos por los que no se pueden aplicar las secciones de la norma UNE-EN 13979-1 relacionadas.

Cuadro J.2.3.1: Secciones no aplicables de la norma UNE-EN 13979-1

SECCIÓN NORMA UNE-EN 13979-1	RAZÓN PARA LA NO APLICACIÓN
3.4	Parámetros de aseguramiento acústico: referencia de la vía, referencia de rueda similar, referencia de trenes a velocidades similares, espectros de rugosidad de ruedas. No hay referencias comparativas
8	Aseguramiento del comportamiento acústico. Se basa en cálculos y comparaciones con proyectos existentes. No se dispone de datos concretos para realizar los cálculos y tampoco se cuenta con un sistema de referencia con el que comparar
9.f	No hay documentos aplicables para el control acústico
Anexo E	Descripción del proceso de cálculo y comparación a seguir definido en el punto 8

#### J.2.3.2. Cargas y efectos a considerar

A la carencia de datos comparativos y de cálculos mencionada hay que sumarle el hecho de que la emisión de ruido de una rueda frenada por zapata en llanta es muy superior a la de una rueda con disco de freno incluido (junto con el efecto silenciador de los carenados del vehículo que amortiguan el ruido hacia el exterior).

Por todo ello, se considera que un análisis acústico para este tipo de rueda no es necesario.

### J.3. MANTENIMIENTO

Aunque en la norma UNE-EN 13979-1 no se cita el mantenimiento, debido a las especiales características de este diseño en la documentación de mantenimiento realizada por el fabricante del vehículo se hará mención a los siguientes aspectos:

- Montaje de ruedas, discos de freno y/o elementos de unión entre ellos.

---

El plan de mantenimiento establecerá para esos montajes la comprobación y cumplimiento de las medidas, tolerancias y recomendaciones que se indican en la documentación de diseño, en las que se basan los cálculos realizados. Como mínimo se consideraran las relativas a:

- Condiciones de mecanizado de las ruedas en las zonas de contacto.
  - Condiciones de mecanizado de los taladros realizados en el velo.
  - Condiciones de mecanizado y acabado de las zonas del disco en contacto con la rueda.
  - Condiciones de montaje y reutilización de los discos de freno.
  - Condiciones de montaje y reutilización de los elementos de unión entre los discos de freno y la rueda.
- Inspecciones periódicas

Debido a la complejidad de cuantificar teóricamente la influencia del montaje sobre la unión disco/rueda (ver apartado J.2.2.3 de este Anexo), el fabricante del vehículo fijará en el manual de mantenimiento, basándose en experiencias en servicio documentadas de montajes similares, unas inspecciones periódicas, indicando:

- Frecuencia de inspecciones por ultrasonidos del velo de rueda.
- Procedimiento de verificación por ultrasonidos del velo de rueda

En el caso de que no existan montajes similares con experiencias en servicio comparables para determinar las frecuencias de inspección, o que mediante cálculo no pudieran establecerse dichas similitudes, se efectuarán ensayos en banco o en línea para definir las frecuencias de inspección.

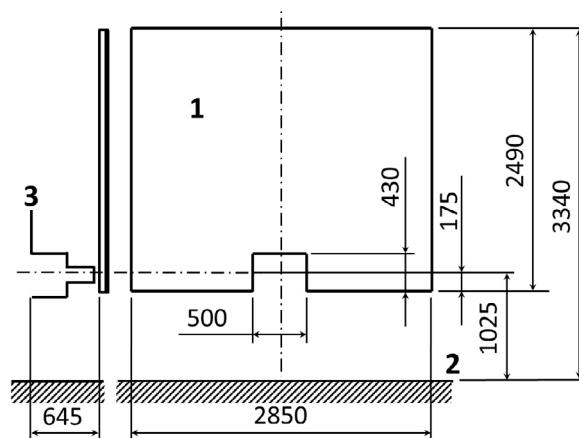
El tipo de ensayo y su contenido serán objeto de un acuerdo entre el fabricante de la rueda y la entidad encargada de la certificación.

## ANEXO K. VAGÓN DE REFERENCIA PARA LOCOMOTORAS PROVISTAS DE ENGANCHES AUTOMÁTICOS DE TOPE CENTRAL CAPACES DE REALIZAR UN ESFUERZO DE TRACCIÓN EN EL ENGANCHE SUPERIOR A 300 KN

Para colisiones entre una unidad de tren y un vagón, provistos ambos de acoplamientos para grandes esfuerzos, el vagón se deberá representar por una masa de 80 t que tenga un único grado de libertad en la dirección longitudinal x. La geometría de la interfaz del vagón se muestra en la figura K.1. Tanto la pared final como la geometría de la cabeza del acoplamiento se deben asumir como rígidas. Se debe equipar con un acoplamiento central con una carrera de 110 mm, y de característica fuerza-desplazamiento según lo indicado en la figura K.2. La capacidad total de absorción de energía del acoplamiento del vagón es de 77 kJ.

La geometría de la cabeza y la altura sobre cabeza de carril del acoplamiento serán iguales a las de la unidad de tren que impacte sobre el vagón. La distancia longitudinal entre el plano del acoplamiento y la pared final del vagón será de 645 mm. Por simplicidad, se permite modelizar las cabezas de acoplamiento usando la geometría y alturas dadas en la figura L.1.

Figura K.1 – Interfaz de vagón con acoplamiento central

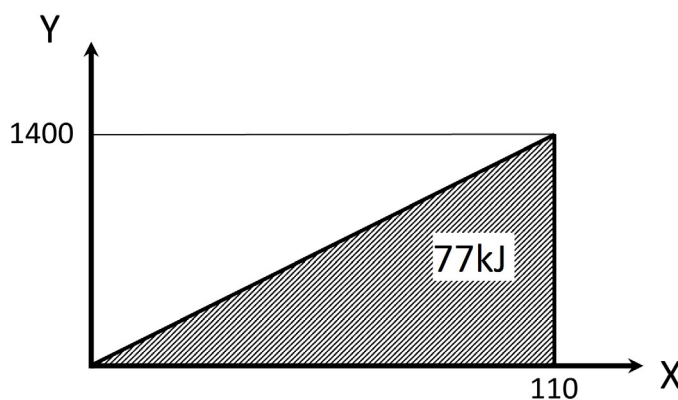


**Clave:**

1. Extremo del vagón/pared final.
2. Cabeza de carril.
3. Plano del acoplamiento.

[Dimensiones en mm]

Figura K.2 – Característica del acoplamiento del vagón



**Clave:**

- Y Fuerza en el acoplamiento – acoplamiento, en kN.
- X Desplazamiento, en mm.

## ANEXO L. DATOS TÉCNICOS CIRCUITOS DE VÍA INSTALADOS EN LA RED FERROVIARIA DE INTERÉS GENERAL (RFIG)

A continuación se detallan los datos técnicos aportados por los fabricantes de los distintos circuitos de vía instalados en la RFIG. Para el cálculo de los límites de interferencia se ha tenido como referencia la norma UNE/CLC/TS 50238-2: 2015.

### L.1. LÍNEAS ELECTRIFICADAS EN CORRIENTE CONTINUA (1,5 kV Y 3kV CC)

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
50 Hz	50	2	1,5	**	0,2
FTGS 46	4.750	200	1	**	0,04
	5.250	206	1	**	0,04
	5.750	214	1	**	0,04
	6.250	220	1	**	0,04
FTGS 917	9.500	360	0,33	**	0,04
	10.500	380	0,33	**	0,04
	11.500	400	0,33	**	0,04
	12.500	425	0,33	**	0,04
	13.500	445	0,33	**	0,04
	14.500	470	0,33	**	0,04
	15.500	490	0,33	**	0,04
	16.500	510	0,33	**	0,04
TI-21 I	1.549	12	0,134	2	0,04
	1.699	12	0,101	2	0,04
	1.848	12	0,142	2	0,04
	1.996	12	0,091	2	0,04
	2.146	12	0,148	2	0,04
	2.296	12	0,132	2	0,04
	2.445	12	0,143	2	0,04
	2.593	12	0,167	2	0,04

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
TI-21 M	6.100	200	***	**	*
	7.700	200	***	**	*
	6.900	200	***	**	*
	8.500	200	***	**	*
	5.700	200	***	**	*
	7.300	200	***	**	*
	6.500	200	***	**	*
	8.100	200	***	**	*
	5.300	200	***	**	*
FS 2000 FS 2500 FS 2550	1.699	50	3,7	0,21	*
	2.001	50	3,2	0,21	*
	2.299	50	3,3	0,21	*
FS 2000 FS 2500 FS 2550	2.601	50	2,8	0,21	*
	4.080	160	0,5	0,4	0,04
	4.320	160	0,5	0,4	0,04
	4.560	160	0,5	0,4	0,04
	5.040	160	0,5	0,4	0,04
	5.280	160	0,5	0,4	0,04
	5.520	160	0,5	0,4	0,04
	6.000	160	0,5	0,4	0,04

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
FS 3000	4.080	124	0,66	**	0,016
	4.320	124	0,59	**	0,016
	4.560	124	0,52	**	0,016
	5.040	124	0,66	**	0,016
	5.280	124	0,34	**	0,016
	5.520	124	0,32	**	0,016
	6.000	124	0,31	**	0,016
	6.480	124	0,28	**	0,016
	6.720	124	0,27	**	0,016
	7.200	124	0,26	**	0,016
ME-3015	15.000	1.200	1	**	0,25
ME-3047	14.500	1.000	0,5	**	0,5
ME-3091 ME-3191	11.000	1.200	1,5	**	0,5
	12.000	1.400	1,5	**	0,5
	13.000	1.600	1,5	**	0,5
	14.000	1.600	1,2	**	0,5
	15.000	1.800	1,2	**	0,5
	16.000	2.000	1,2	**	0,5
	17.000	2.600	1	**	0,5
	18.000	2.800	1	**	0,5
	19.000	3.000	1	**	0,5

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
Digicode	2.100	400	2,2	-	1
	2.500	400	2,2	-	1
	2.900	400	1,5	-	1
	3.300	400	1,5	-	1
	3.700	400	1,5	-	1
	4.100	400	1,5	-	1
	4.500	400	1,5	-	1
	4.900	400	1,5	-	1
TCM100	4.750	200	1	**	0,04
	5.250	206	1	**	0,04
	5.750	214	1	**	0,04
	6.250	220	1	**	0,04
	9.500	360	0,33	**	0,04
	10.500	380	0,33	**	0,04
	11.500	400	0,33	**	0,04
	12.500	425	0,33	**	0,04
	13.500	445	0,33	**	0,04
	14.500	470	0,33	**	0,04
	15.500	490	0,33	**	0,04
	16.500	510	0,33	**	0,04

\*En aquellos puntos donde no se especifique el tiempo de superación, se establece que este es el menor de los tiempos indicados en la columna.

\*\*Donde no se indique el tiempo de integración para calcular el valor RMS se utilizará el correspondiente a la duración de un ciclo a la frecuencia del circuito considerado.

\*\*\*El límite de corriente RMS [A] para los circuitos de vía tipo T1-21 M, en tanto no existe información en relación a los mismos, se utilizarán los valores definidos en la UNE/CLC/TS 50238-2:2015.

## L.2. LÍNEAS ELECTRIFICADAS EN CORRIENTE ALTERNA (25 kV CA; 50Hz)

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
UM 71/2000	1.700	90	0,3	**	0,3
	2.000	90	0,3	**	0,3
	2.300	90	0,3	**	0,3
	2.600	90	0,3	**	0,3
FTGS 46	4.750	200	1	**	0,04
	5.250	206	1	**	0,04
	5.750	214	1	**	0,04
	6.250	220	1	**	0,04
FGTS 917	9.500	360	0,33	**	0,04
	10.500	380	0,33	**	0,04
	11.500	400	0,33	**	0,04
	12.500	425	0,33	**	0,04
	13.500	445	0,33	**	0,04
	14.500	470	0,33	**	0,04
	15.500	490	0,33	**	0,04
FTGS 917	16.500	510	0,33	**	0,04
FS 3000	4.080	124	0,52	**	0,016
	4.320	124	0,45	**	0,016
	4.560	124	0,39	**	0,016
	5.040	124	0,66	**	0,016
	5.280	124	0,27	**	0,016
	5.520	124	0,27	**	0,016
	6.000	124	0,26	**	0,016
	6.480	124	0,25	**	0,016
	6.720	124	0,24	**	0,016
	7.200	124	0,24	**	0,016

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
ME-3091 ME-3191	11.000	1.200	1,5	**	0,5
	12.000	1.400	1,5	**	0,5
	13.000	1.600	1,5	**	0,5
	14.000	1.600	1,2	**	0,5
	15.000	1.800	1,2	**	0,5
	16.000	2.000	1,2	**	0,5
	17.000	2.600	1	**	0,5
	18.000	2.800	1	**	0,5
	19.000	3.000	1	**	0,5
Digicode	2.100	400	2,2	-	1
	2.500	400	2,2	-	1
	2.900	400	1,5	-	1
	3.300	400	1,5	-	1
	3.700	400	1,5	-	1
	4.100	400	1,5	-	1
	4.500	400	1,5	-	1
	4.900	400	1,5	-	1
EbiTrack 200	1.549	12	0,806	-	0,04
	1.699	12	0,731	-	0,04
	1.848	12	0,753	-	0,04
	1.996	12	0,696	-	0,04
	2.146	12	0,498	-	0,04
	2.296	12	0,492	-	0,04
	2.445	12	0,44	-	0,04
	2.593	12	0,416	-	0,04

TIPO DE CIRCUITO	FRECUENCIA [Hz]	ANCHO DE BANDA A 3 dB [Hz]	LÍMITE DE CORRIENTE RMS [A]	TIEMPO DE INTEGRACIÓN [s]	TIEMPO DE SUPERACIÓN [s]
TCM100	4.750	200	1	**	0,04
	5.250	206	1	**	0,04
	5.750	214	1	**	0,04
	6.250	220	1	**	0,04
	9.500	360	0,33	**	0,04
	10.500	380	0,33	**	0,04
	11.500	400	0,33	**	0,04
	12.500	425	0,33	**	0,04
	13.500	445	0,33	**	0,04
	14.500	470	0,33	**	0,04
	15.500	490	0,33	**	0,04
	16.500	510	0,33	**	0,04

*\*\*Donde no se indique el tiempo de integración para calcular el valor RMS se utilizará el correspondiente a la duración de un ciclo a la frecuencia del circuito considerado.*

### L.3. OTROS CIRCUITOS DE VÍA

Existen otras tecnologías de circuitos de vía instalados en la red convencional, tanto en líneas electrificadas como no electrificadas que son totalmente inmunes a las interferencias generadas por el material rodante debido a la forma de onda de la señal del circuito de vía. En concreto estas tecnologías son las siguientes:

- Circuitos de vía de impulsos de tensión elevada (ITE) de Jeumont-Schneider (hoy Alstom).
- Circuitos de vía de pasos a nivel SJ24-S de Alstom.

Además, existen otras tecnologías de circuitos de vía de los cuales no se tienen datos a fecha de publicación de esta Orden. Son los siguientes:

- CIRVNT de Revenga Ingenieros.
- SPN-902 de ICF.
- EbiTrack 400 de Bombardier.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL  
TÉCNICA

CENTRO  
DE PUBLICACIONES