

ORDEN TMA, POR LA QUE SE APRUEBAN LA "INSTRUCCIÓN FERROVIARIA PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA (IFI)" Y LA "INSTRUCCIÓN FERROVIARIA PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA (IFE)"

El Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, incorpora al derecho interno la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea. Dicha Directiva (UE) 2016/797 establece las condiciones que deben cumplirse para lograr en el territorio comunitario la interoperabilidad del sistema ferroviario.

De acuerdo con el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, los subsistemas, entre los que se incluyen los subsistemas de infraestructura y energía, serán conformes con las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI) y las normas nacionales vigentes en el momento de la solicitud de autorización de su entrada en servicio, manteniéndose esta conformidad de forma permanente durante el uso de cada subsistema.

El artículo 68.2 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, establece que, mediante Orden del Ministro de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, se establecerán las condiciones técnicas sobre proyección y construcción de las infraestructuras ferroviarias y, en concordancia con dicho precepto legal, el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, establece en su artículo 76 que, el Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, podrá aprobar 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, poseedores de material rodante, 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 76 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, la AESF ha elaborado la *"Instrucción Ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI)"* y la *"Instrucción Ferroviaria para el proyecto y construcción*

del subsistema de energía (IFE)”, cuya aprobación corresponde al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

El objetivo de las Instrucciones que se aprueban mediante la presente Orden es recoger las especificaciones técnicas que junto con las ETI deberán cumplir los subsistemas de infraestructura y energía, para proceder a su autorización de entrada en servicio por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. De esta forma, los subsistemas cumplirán los requisitos esenciales definidos en el anexo XI del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, sin perjuicio de las comprobaciones de compatibilidad técnica e integración segura de los subsistemas, que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria pueda realizar

Estas Instrucciones son aplicables al proyecto, construcción y mantenimiento de los subsistemas de infraestructura y energía de las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General de ancho ibérico, estándar europeo y métrico.

De conformidad con el artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, las presentes Instrucciones incluyen, entre otras, las especificaciones necesarias para cumplir los requisitos esenciales definidos en el citado Anexo XI que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a éstas para la verificación de los subsistemas y cuyo cumplimiento es necesario para garantizar un adecuado diseño y construcción de los subsistemas de infraestructura y energía, en el ámbito de aplicación de las Instrucciones que figuran como apéndices de esta Orden.

No obstante, la conformidad con las presentes Instrucciones no exime del cumplimiento de cualquier otra normativa obligatoria, aplicable al diseño y ejecución de los componentes de interoperabilidad y de los subsistemas de infraestructura y energía, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

Asimismo, las Instrucciones recogen los procedimientos y módulos de evaluación de la conformidad y los procedimientos particulares de evaluación con cuya aplicación se garantiza la satisfacción de los requisitos esenciales.

Esta Orden Ministerial ha sido sometida al procedimiento previsto en la Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de septiembre de 2015 por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información, así como a lo dispuesto en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información.

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 y el Consejo Nacional de Transportes Terrestres.

Compone el texto de esta Orden un preámbulo, dos artículos, una disposición adicional, una disposición transitoria y cuatro disposiciones finales.

En su virtud, al amparo de lo establecido en el artículo 76 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

DISPONGO:

Artículo uno. Aprobación de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI).

Se aprueba mediante la presente Orden la *Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI)*, cuyo texto se incluye en el apéndice I de esta Orden.

Artículo dos. Aprobación de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE).

Se aprueba mediante la presente Orden la *Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE)*, cuyo texto se incluye en el apéndice II de esta Orden.

Disposición adicional única. Actuaciones que no requieren una autorización de entrada en servicio y comunicaciones previas.

En los casos en que no se requiera una autorización de entrada en servicio las presentes Instrucciones serán obligatorias excepto en aquellos casos en que la resolución de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, relativa a la necesidad de autorización de entrada en servicio y mencionada en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, tras la comunicación previa establezca su exención total o parcial.

Las sustituciones en el marco del mantenimiento no serán objeto de la comunicación previa prevista en el artículo 109 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

Disposición transitoria única. Proyectos y obras en ejecución.

Sin perjuicio de la conformidad de los subsistemas de infraestructura y energía con las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad, de acuerdo con el artículo 74 del

Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, estas Instrucciones no serán de aplicación a:

1. Los proyectos de nueva construcción de infraestructuras ferroviarias, así como los de acondicionamiento o renovación de las existentes, cuya aprobación se haya realizado antes de la entrada en vigor de la presente Orden o dentro del plazo de seis meses a partir de ésta.
2. Las obras correspondientes a proyectos de nueva construcción de infraestructuras ferroviarias, así como de acondicionamiento o renovación de las existentes, que se liciten dentro del plazo de dieciséis meses a partir de la entrada en vigor de la presente Orden. Esto no es de aplicación a los proyectos cuya redacción esté incluida dentro del contrato de ejecución de la obra.
3. Los proyectos modificados y complementarios de obras realizadas conforme a proyectos para los que no sea de aplicación esta Instrucción.

Disposición final primera. Título competencial.

Esta Orden Ministerial se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.21ª y 24ª de la Constitución Española, que atribuyen al Estado la competencia exclusiva en materia de ferrocarriles y transportes terrestres que transcurran por el territorio de más de una comunidad autónoma y en materia de obras públicas de interés general o cuya realización afecte a más de una Comunidad Autónoma.

Disposición final segunda. Interpretación reglamentaria.

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria adoptará las medidas necesarias para el cumplimiento y aplicación de estas Instrucciones y resolverá las dudas que en relación con la interpretación de las mismas pudieran suscitarse y que será conforme a las interpretaciones realizadas por la Agencia Ferroviaria Europea, quedando facultada para la publicación de guías de aplicación, parciales o totales, sobre ellas.

Disposición final tercera. Adaptación de los sistemas de gestión de seguridad y normativa técnica de los administradores de infraestructura.

En el plazo de 12 meses desde la entrada en vigor de esta Orden los administradores de infraestructura demostrarán ante la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria la adaptación de sus sistemas de gestión de seguridad y la normativa técnica interna al contenido de estas Instrucciones. Además, en el plazo de 3 meses desde la entrada en vigor de esta Orden los administradores de infraestructura deberán presentar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria un programa detallado para la adaptación de sus sistemas de gestión de seguridad y normativa interna al contenido de las presentes Instrucciones.

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.

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

Madrid, xx de xxxxx de 20XX

EL MINISTRO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA,

BORRADOR

APENDICE I

Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI)

INDICE

LIBRO PRIMERO: CONSIDERACIONES GENERALES	20
a) Antecedentes legales	20
b) Objeto de la Instrucción	21
c) Componentes de interoperabilidad	23
d) Verificación del subsistema	23
e) Estrategia de implementación	24
LIBRO SEGUNDO: NORMAS NACIONALES EN EL AMBITO DE LA DIRECTIVA 2016/797	25
1. INTRODUCCION	25
2. NORMAS NACIONALES	27
2.1. REQUISITOS APLICABLES A LAS LÍNEAS DE ANCHO 1435 MM Y 1668 MM	27
2.1.1. Levante de balasto	27
2.1.2. Cruce entre andenes	27
2.1.2.1. Casos en los que se permiten cruces entre andenes y clase de protección mínima necesaria.	27
2.1.2.2. Equipamiento asociado a cada clase de protección de los cruces entre andenes	32
2.2. REQUISITOS APLICABLES A LAS LÍNEAS DE ANCHO 1000 MM	37
2.2.1. Gálibo de implantación de obstáculos	37
2.2.2. Distancia entre ejes de vía	39
2.2.3. Pendientes máximas	39
2.2.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares	39
2.2.5. Ancho de vía nominal	40
2.2.6. Peralte	40
2.2.7. Aceleración por insuficiencia de peralte	40
2.2.8. Perfil de la cabeza de carril	41
2.2.9. Inclinación del carril	41
2.2.10. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas	41
2.2.11. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico	41
2.2.12. Altura de andén	41

2.2.13. Marcadores de localización.....	41
2.2.14. Descarga de aseos.....	42
2.2.15. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	42
2.2.16. Aprovisionamiento de agua.....	42
2.2.17. Repostaje de combustible	42
2.2.18. Tomas de corriente eléctrica.....	42
2.2.19. Normas de explotación.....	42
2.2.20. Mantenimiento del subsistema de infraestructura.....	42
2.2.21. Competencias profesionales.....	42
2.2.22. Condiciones de seguridad y salud.....	43
2.2.23. Anchura y borde de los andenes.....	43
2.2.24. Extremos de los andenes	43
2.2.25. Cruce entre andenes	43
2.2.26. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas.....	43
2.2.27. Protección y seguridad contra incendios.....	43
2.2.28. Rutas de evacuación hacia zonas seguras	43
2.2.29. Zonas seguras y acceso a las mismas	43
2.2.30. Pasillos de evacuación en túneles.....	44
2.2.31. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación.....	44
2.2.32. Señalización de la evacuación	44
2.2.33. Comunicación de emergencia	44
2.2.34. Puntos de evacuación y rescate.....	44
2.2.35. Zonas de rescate fuera del túnel.....	44
2.2.36. Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias.....	44
2.2.37. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas.....	44
2.2.38. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores.....	44
LIBRO TERCERO: INSTRUCCIONES ADICIONALES	46
1. INTRODUCCION.....	46
1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	46
1.2. CONTENIDO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN.....	47
1.3. OTRA NORMATIVA DE APLICACIÓN AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.....	48
2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA	49
2.1. DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA	49
2.2. PARTES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA	49

3. REQUISITOS ESENCIALES	50
3.1. INTRODUCCIÓN	50
3.2. CLASIFICACIÓN	50
3.3. VERIFICACIÓN	50
4. ESPECIFICACIONES PARA LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.....	51
4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA.....	52
4.1.1. Categorías de línea.....	53
4.1.2. Parámetros característicos	53
4.1.2.1. Carga por eje y velocidad de la línea.....	54
4.1.2.2. Gálibo.....	56
4.1.2.3. Longitud útil de andén y longitud permitida del tren.....	58
Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1(7) de la ETI de infraestructura:.....	58
4.1.3. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura.....	59
4.1.4. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura.....	62
4.1.4.1. Trazado de las líneas	63
4.1.4.1.1. Gálibo de implantación de obstáculos	64
4.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía	64
4.1.4.1.3. Pendientes máximas y mínimas	67
4.1.4.1.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares, (R).....	69
4.1.4.1.5. Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v)	71
4.1.4.2. Parámetros de vía	73
4.1.4.2.1. Ancho de vía	73
4.1.4.2.2. Peralte, (D)	73
4.1.4.2.3. Variación del peralte en función del tiempo, (dD/dt) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	75
4.1.4.2.4. Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (dD/ds) (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>). 76	
4.1.4.2.5. Aceleración por insuficiencia de peralte	77
4.1.4.2.6. Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte en función del tiempo, (da/dt) (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	79
4.1.4.2.7. Aceleración por exceso de peralte, (a_E) (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	80
4.1.4.2.8. Conicidad equivalente	82
4.1.4.2.9. Perfil de la cabeza de carril	82

4.1.4.2.10. Inclinación del carril.....	82
4.1.4.2.11. Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	83
4.1.4.2.12. Longitud mínima de las alineaciones verticales, (L_v) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	85
4.1.4.3. Aparatos de vía	86
4.1.4.3.1. Dispositivos de encerrojamiento (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	86
4.1.4.3.2. Uso de corazones de punta móvil.....	86
4.1.4.3.3. Geometría de diseño de los aparatos de vía	86
4.1.4.3.4. Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija.....	87
4.1.4.4. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas	87
4.1.4.4.1. Resistencia de la vía frente a cargas verticales	87
4.1.4.4.2. Resistencia longitudinal de la vía.....	87
4.1.4.4.3. Resistencia transversal de la vía	89
4.1.4.5. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico	89
4.1.4.5.1. Cargas verticales	89
4.1.4.5.2. Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales..	89
4.1.4.5.3. Fuerzas centrífugas	90
4.1.4.5.4. Fuerzas de lazo	90
4.1.4.5.5. Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales).....	91
4.1.4.5.6. Alabeo del tablero y alabeo total	91
4.1.4.5.7. Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno	91
4.1.4.5.8. Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos.....	92
4.1.4.5.9. Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico	92
4.1.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados	93
4.1.4.7. Andenes	104
4.1.4.7.1. Acceso al andén (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	105
4.1.4.7.2. Longitud útil de andén	105
4.1.4.7.3. Anchura y borde de los andenes.....	106
4.1.4.7.3.1. Anchura de los andenes	107

4.1.4.7.3.2. Borde de los andenes	108
4.1.4.7.4. Extremos de los andenes	114
4.1.4.7.5. Altura de andén	115
4.1.4.7.6. Separación de andén	117
4.1.4.7.7. Cruces de vía en andenes para viajeros	117
4.1.4.8. Salud, Seguridad y Medio Ambiente	125
4.1.4.8.1. Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación <i>(parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)</i>	125
4.1.4.8.2. Resistencia eléctrica de la vía (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	128
4.1.4.8.3. Efecto de los vientos transversales	128
4.1.4.8.4. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas <i>(parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)</i>	129
4.1.4.8.5. Evacuación fuera de los túneles (parámetro no incluido en las ETI de infraestructura y de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida)	130
4.1.4.8.6. Levante de balasto	132
4.1.4.8.7. Detectores de cajas de grasa calientes (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	132
4.1.4.9. Seguridad en los túneles ferroviarios	133
4.1.4.9.1. Efecto pistón en las estaciones subterráneas (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)	134
4.1.4.9.2. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión	135
4.1.4.9.3. Sección transversal del túnel (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)	136
4.1.4.9.4. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas	137
4.1.4.9.5. Protección y seguridad contra incendios	138
4.1.4.9.6. Rutas de evacuación hacia zonas seguras	145
4.1.4.9.7. Zonas seguras y acceso a las mismas	148
4.1.4.9.8. Pasillos de evacuación en túneles	151
4.1.4.9.9. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación	155
4.1.4.9.10. Señalización de la evacuación	157
4.1.4.9.11. Comunicación de emergencia	159
4.1.4.9.12. Acceso para los servicios de intervención en emergencias (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)	160
4.1.4.9.13. Puntos de evacuación y rescate	160
4.1.4.9.14. Zonas de rescate fuera del túnel	163

4.1.4.9.15. Suministro de agua.....	163
4.1.4.9.16. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias.....	164
4.1.4.9.17. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	164
4.1.4.9.18. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores ...	165
4.1.4.10. Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario.....	166
4.1.4.10.1. Marcadores de localización	166
4.1.4.10.2. Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>)	166
4.1.4.10.3. Toperas (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>)	166
4.1.4.11. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes	168
4.1.4.11.1. Instalaciones de cambio de ancho (<i>parámetro no incluido en la ETI de infraestructura</i>)	168
4.1.4.11.2. Descarga de aseos	178
4.1.4.11.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes.....	178
4.1.4.11.4. Aprovisionamiento de agua	179
4.1.4.11.5. Repostaje de combustible.....	179
4.1.4.11.6. Tomas de corriente eléctrica	179
4.2. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES	180
4.2.1. Material rodante	180
4.2.2. Energía.....	186
4.2.3. Control-mando y señalización	186
4.2.4. Explotación y gestión del tráfico	187
4.2.5. Personas con discapacidad y de movilidad reducida	188
4.2.6. . Seguridad en túneles ferroviarios	188
4.3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN	189
4.3.1. Condiciones excepcionales relativas a obras programadas con antelación	190
4.3.2. Seguridad en túneles	190
4.3.2.1. Normas para situaciones de emergencias.....	191
4.3.2.2. Plan de Autoprotección del túnel.....	191
4.3.2.3. Simulacros.....	193
4.3.2.4. Procedimientos de desconexión y puesta a tierra.....	194
4.3.2.5. Libro de Itinerarios del maquinista (<i>parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles</i>)	194
4.3.2.6. Información al servicio de intervención en emergencias y acceso al tren (<i>parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles</i>).....	195

4.3.2.7. Suministro de información a los viajeros sobre seguridad y emergencias a bordo del tren.....	195
4.4. MANTENIMIENTO DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.....	195
4.4.1. Especificaciones para el mantenimiento	195
4.4.1.1. Etapa de planificación de la infraestructura	196
4.4.1.2. Etapa de redacción de los proyectos de construcción	196
4.4.1.3. Etapa de construcción de la infraestructura	196
4.4.1.4. Entrada en servicio del subsistema de infraestructura de una línea ferroviaria.....	197
4.4.1.5. Etapa de mantenimiento de la infraestructura.....	197
4.4.2. Archivo de mantenimiento.....	197
4.4.3. Plan de mantenimiento.....	201
4.4.3.1. Control del perfil e inclinación del carril	202
4.4.3.2. Control de parámetros de trazado	202
4.4.3.3. Control del desgaste e inclinación del carril (4.1.4.2.10).....	202
4.4.3.4. Control de la geometría de los aparatos de vía en servicio (4.1.4.6)	202
4.4.3.5. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (4.1.4.6).....	202
4.4.3.6. Características relacionadas con el acceso de las personas de movilidad reducida (4.1.4.7)	203
4.4.3.7. Gálibos (4.1.4.1.1), distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2) y separación de andén (4.1.4.7.6).....	203
4.4.3.8. Evacuación fuera de los túneles (4.1.4.8.5).....	203
4.4.3.9. Control del levante de balasto (4.1.4.8.6).....	203
4.4.3.10. Instalaciones de cambio de ancho (4.1.4.11.1).....	203
4.4.3.11. Inspección y mantenimiento de puentes y viaductos	204
4.4.3.12. Inspección y mantenimiento de explanaciones ferroviarias	204
4.4.3.13. Inspección y mantenimiento de los túneles ferroviarios	206
4.4.4. Requisitos del mantenimiento	208
4.5. COMPETENCIAS PROFESIONALES	208
4.5.1. General	208
4.5.2. Túneles	209
4.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD	210
4.7. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)	210
5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	212
5.1. PRINCIPIOS EN LOS QUE SE HA BASADO LA SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD.....	212

5.2. LISTA DE COMPONENTES.....	212
5.3. PRESTACIONES Y ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES.....	212
6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.....	213
6.1. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	213
6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad	213
6.1.2. Aplicación de los módulos	213
6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad	214
6.1.4. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad	214
6.1.4.1. Componentes de interoperabilidad sujetos a otras directivas de la Unión Europea	214
6.1.4.2. Declaración CE de conformidad para los carriles	214
6.1.4.3. Declaración CE de conformidad para los sistemas de sujeción del carril.....	214
6.1.4.4. Declaración CE de conformidad para las traviesas	214
6.1.5. Procedimientos de evaluación particulares para los componentes de interoperabilidad	214
6.1.5.1. Evaluación de carriles	215
6.1.5.2. Evaluación de traviesas.....	215
6.2. SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.....	215
6.2.1. Disposiciones generales	215
6.2.1.1. Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (<i>apartado no incluido en las ETI</i>):	215
6.2.1.2. Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio (<i>apartado no incluido en las ETI</i>):	217
6.2.2. Aplicación de los módulos	218
6.2.3. Soluciones innovadoras	218
6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema	219
6.2.4.1. Trazado de las líneas ferroviarias	219
6.2.4.1.1. Gálido de implantación de obstáculos, (4.1.4.1.1)	219
6.2.4.1.2. Distancia entre ejes de vía, (4.1.4.1.2).....	219
6.2.4.2. Parámetros de vía.....	220
6.2.4.2.1. Ancho de vía, (4.1.4.2.1)	220
6.2.4.2.2. Trazado de la vía	220
6.2.4.2.3. Insuficiencia de peralte, (4.1.4.2.5).....	221
6.2.4.2.4. Conicidad equivalente, (4.1.4.2.8)	221
6.2.4.2.5. Perfil de la cabeza de carril, (4.1.4.2.9).....	222

6.2.4.3. Aparatos de vía, (4.1.4.3.2, 4.1.4.3.3 y 4.1.4.3.4).....	222
6.2.4.4. Evaluación de la compatibilidad con los sistemas de frenado, (4.1.4.4.2 b).....	222
6.2.4.5. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico	222
6.2.4.5.1. Evaluación de las estructuras nuevas, obras de tierra nuevas y efectos del empuje del terreno, (4.1.4.5.1 a 4.1.4.5.8)	222
6.2.4.5.2. Evaluación de las estructuras existentes, (4.1.4.5.9).....	223
6.2.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).....	223
6.2.4.7. Andenes	223
6.2.4.7.1. Altura de andén, (4.1.4.7.5) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	223
6.2.4.7.2. Separación de andén, (4.1.4.7.6)	223
6.2.4.8. Salud, seguridad y medio ambiente.....	224
6.2.4.8.1. Efecto de los vientos transversales, (4.1.4.8.3)	224
6.2.4.8.2. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas, (4.1.4.8.4) (<i>apartado no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	224
6.2.4.8.3. Detectores de cajas de grasas calientes, (4.1.4.8.7) (<i>apartado no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	224
6.2.4.9. Seguridad en los túneles ferroviarios	224
6.2.4.9.1. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión, (4.1.4.9.2)	224
6.2.4.9.2. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas, (4.1.4.9.4) (<i>apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles</i>)	226
6.2.4.9.3. Protección y seguridad contra incendios, (4.1.4.9.5)	227
6.2.4.9.4. Rutas de evacuación hacia zonas seguras, (4.1.4.9.6) (apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles).....	228
6.2.4.9.5. Zonas seguras y acceso a las mismas, (4.1.4.9.7).....	229
6.2.4.9.6. Pasillos de evacuación en túneles, (4.1.4.9.8) (apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)	229
6.2.4.9.7. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación, (4.1.4.9.9) (<i>apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles</i>)..	230
6.2.4.9.8. Señalización de la evacuación, (4.1.4.9.10) (apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)	230
6.2.4.9.9. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias, (4.1.4.9.16) (<i>apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles</i>).....	230
6.2.4.9.10. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas, (4.1.4.9.17).....	230
6.2.4.10. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes	230

6.2.4.10.1. Instalaciones de cambio de ancho, (4.1.4.11.1) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	231
6.2.4.10.2. Descarga de aseos, (4.1.4.11.2) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	239
6.2.4.10.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes, (4.1.4.11.3) (<i>apartado no incluido en la ETI de infraestructura</i>).....	239
6.2.4.10.4. Aprovechamiento de agua, (4.1.4.11.4) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	240
6.2.4.10.5. Repostaje de combustible, (4.1.4.11.5) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	240
6.2.4.10.6. Tomas de corriente eléctrica, (4.1.4.11.6) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)	240
6.2.5. Soluciones técnicas que confieren presunción de conformidad en la fase de diseño	240
6.3. VERIFICACIÓN CE CUANDO SE EMPLEE LA VELOCIDAD COMO CRITERIO DE MIGRACIÓN	240
6.4. EVALUACIÓN DEL ARCHIVO DE MANTENIMIENTO	241
6.5. SUBSISTEMAS QUE INCLUYAN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE.....	241
6.6. SUBSISTEMAS QUE INCLUYAN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD APTOS PARA EL USO Y VÁLIDOS PARA SER REUTILIZADOS	241
7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA	242
7.1. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS.....	242
7.2. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS NUEVAS	242
7.2.1. Definición	242
7.2.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura	242
7.2.3. Categorías de línea.....	243
7.3. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS EXISTENTES	243
7.3.1. Acondicionamiento de una línea	243
7.3.1.1. Definición.....	243
7.3.1.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura	243
7.3.1.3. Categorías de línea	244
7.3.2. Renovación de una línea	245
7.3.2.1. Renovación del subsistema de infraestructura	245

7.3.2.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura	246
7.3.2.3. Categorías de línea	246
7.3.3. Sustitución en el marco del mantenimiento	247
7.3.4. Líneas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento	247
7.4. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES.....	248
7.4.1. Túneles nuevos.....	248
7.4.2. Túneles existentes.....	248
7.4.2.1. Acondicionamiento o renovación del túnel.....	248
7.4.2.2. Ampliación de un túnel.....	249
7.5. LA VELOCIDAD COMO CRITERIO DE MIGRACIÓN	250
7.6. EVALUACIÓN DE COMPATIBILIDAD ENTRE INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE TRAS LA AUTORIZACIÓN DE DICHO MATERIAL	251
ANEXOS.....	252
ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN	252
ANEXO B. REFERENCIAS NORMATIVAS.....	279
B.1. REGLAMENTACIÓN CONTEMPLADA EN LA INSTRUCCIÓN IFI.....	279
B.2. REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFI.....	281
ANEXO C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA	283
ANEXO D. REQUISITOS DE CAPACIDAD PORTANTE DE LAS ESTRUCTURAS EN FUNCIÓN DEL CÓDIGO DE TRÁFICO	295
ANEXO E. CUESTIONES PENDIENTES	297
E.1. CUESTIONES PENDIENTES DE LAS ETI PARA LOS QUE NO SE ESTABLECEN REQUISITOS EN ESTA INSTRUCCIÓN	297
E.2. CUETIONES PENDIENTES DE ESTA INSTRUCCIÓN	297
ANEXO F. POSIBLES SOLUCIONES DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA EN TÚNELES.....	299
ANEXO G. LÍMITES DE ACTUACIÓN INMEDIATA, DE INTERVENCIÓN Y DE ALERTA	302
G.1. ANCHO DE VÍA MEDIO SOBRE 100 m	302
G.2. VARIACIÓN DEL ANCHO DE VÍA.....	303
G.3. NIVELACIÓN LONGITUDINAL.....	304
G.4. PERALTE.....	304
G.5. ALINEACIÓN	305
ANEXO H. ANCHURA ÚTIL MÍNIMA DE ANDENES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN Y SEÑALIZACIÓN EN ANDENES.....	306
H.1. ANCHURA ÚTIL MÍNIMA DE ANDENES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN .	306

H.2. SEÑALIZACIÓN EN ANDENES.....	308
H.2.1. TIPOLOGÍA DE LAS SEÑALES.....	308
H.2.2. Tamaño de las señales.....	309
H.2.3. Tamaño de letra y contraste entre el carácter/pictograma y el fondo de la señal.....	310
ANEXO I. COMBINACIONES DE CURVAS HORIZONTALES.....	311
I.1. LONGITUD LÍMITE DEL ELEMENTO (O ELEMENTOS) INTERMEDIO(S) (L_{slim}) ENTRE DOS VARIACIONES BRUSCAS DE CURVATURA	311
I.2. VARIACIÓN BRUSCA DE LA INSUFICIENCIA DE PERALTE (ΔI) CUANDO EXISTEN VARIACIONES BRUSCAS DE CURVATURA EN LAS CURVAS COMBINADAS	312
I.2.1. Longitud del elemento (o elementos) intermedio(s) igual(es) o superior(es) al valor límite mínimo ($L_s \geq L_{slim}$)	312
I.2.2. Elemento(s) intermedio(s) de longitud inferior a la estándar ($L_s < L_{slim}$), o cuando no hay ningún elemento intermedio ($L_s = 0$).....	312
I.2.3. Requisitos para prevenir el encaballamiento o bloqueo de los topes	314
ANEXO J. LIMITACIONES Y RIESGOS ASOCIADOS A LA UTILIZACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EXCEPCIONALES DE LOS PARÁMETROS DE TRAZADO ...	317
ANEXO K. SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA EN TÚNELES	319
ANEXO L. PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS LÍNEAS CON CÓDIGOS DE TRÁFICO P1 Y P2, DE NUEVA CONSTRUCCIÓN, EN RELACIÓN CON EL VIENTO LATERAL.....	322
L.1. CONSIDERACIONES GENERALES	322
L.2. OBJETO DEL ANEXO	322
L.3. PLANTEAMIENTO GENERAL A SEGUIR	323
L.4. PROCEDIMIENTO TÉCNICO	323
L.4.1. Medida del viento desde la fase de construcción de la plataforma ferroviaria	324
L.4.2. Estudio de Viento	325
L.4.3. Propuesta y selección de las medidas de protección en las zonas que lo precisen	325
L.4.3.1. Protección activa	326
L.4.3.2. Protección pasiva	326
L.4.4. Implantación de las medidas de protección.....	326
L.4.5. Vigilancia y nuevos estudios.....	326
ANEXO M. RECOMENDACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN UNA LÍNEA FERROVIARIA	328
M.1. OBJETO.....	328
M.2. DATOS PREVIOS.....	328

M.2.1. Consideraciones generales	328
M.2.2. Datos históricos.....	329
M.3. NIVELES DE ANÁLISIS	330
M.4. APROXIMACIÓN INICIAL RELATIVISTA, POR COMPARACIÓN DE LOS ESFUERZOS PRODUCIDOS AL PASO DEL TREN DE CARGAS VIGENTE Y EL DE REFERENCIA	331
M.4.1. Planteamiento del problema	331
M.4.2. Formulación de la propuesta.....	332
M.4.2.1. Planteamiento de la propuesta simplificada.....	332
M.5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROGRESIVO	333
M.5.1. Nivel 1. Trenes de carga y formatos de seguridad de obra nueva, con códigos estructurales vigentes	334
M.5.2. Nivel 2. Tren de referencia en estudio y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con materiales idealizados	334
M.5.3. Nivel 3. Tren de referencia en estudio y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con datos de materiales actualizados tras una inspección especial.....	337
M.5.4. Nivel 4. Tren de referencia en estudio, materiales actualizados tras inspección especial y planteamiento probabilista.....	338
M.6. VALIDACIÓN CUALITATIVA	338
M.7. CONSIDERACIONES ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA EL COMPORTAMIENTO EN SERVICIO	339
ANEXO N. REQUISITOS DE CONTROL-MANDO Y SEÑALIZACIÓN.....	340
ANEXO O. APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CAPÍTULO 4 A LAS LÍNEAS DE ANCHO MÉTRICO	342
O.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA (4.1)	343
O.1.1. Categorías de línea (4.1.1)	343
O.1.2. Parámetros característicos (4.1.2).....	343
O.1.2.1. . Carga por eje y velocidad de la línea (4.1.2.1).....	343
O.1.2.2. Longitud útil de andén y longitud permitida del tren (4.1.2.3).....	345
O.1.3. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.3)	345
O.1.4. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.4)	345
O.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2)	345
O.2. NORMAS DE EXPLOTACIÓN (4.3).....	363
O.3. MANTENIMIENTO DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA (4.4) ...	364
O.4. COMPETENCIAS PROFESIONALES (4.5).....	364
O.5. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD (4.6).....	364

O.6. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA (4.7) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).....	364
ANEXO P. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN TOTAL EN ESTACIONES FERROVIARIAS DE VIAJEROS	366
P.1. DATOS PREVIOS	366
P.2. OBJETO.....	366
P.3. DEFINICIONES.....	367
P.4. PROCEDIMIENTO GENERAL DE CÁLCULO	368

BORRADOR

LIBRO PRIMERO: CONSIDERACIONES GENERALES

a) Antecedentes legales

El artículo 68.2 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, establece que, mediante Orden del Ministro de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, se establecerán las condiciones técnicas sobre proyección y construcción de las infraestructuras ferroviarias y, en concordancia con dicho precepto legal, el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, establece en su artículo 76 que, el Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, podrá aprobar 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, poseedores de material rodante, empresas mantenedoras y demás entidades que operen en el sector ferroviario.

De conformidad con el artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, las presente Instrucción incluye, entre otras, las especificaciones necesarias para cumplir los requisitos esenciales definidos en el citado Anexo XI que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a éstas para la verificación del subsistema. En particular, desarrollarán, para cada subsistema o parte de subsistema, como mínimo, los siguientes contenidos:

- i. Las exigencias derivadas de las normas nacionales.
- ii. Los requisitos y pautas de mantenimiento precisos para conservar las características técnicas exigibles a lo largo de la vida útil del subsistema.
- iii. Los procedimientos (módulos) de evaluación de la conformidad, idoneidad para el uso y verificación CE, que deben utilizarse para la verificación de los requisitos.
- iv. Criterios para la determinación de los organismos de evaluación de la conformidad con las Instrucciones Ferroviarias.
- v. Instrucciones específicas en el caso de renovación o rehabilitación de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.
- vi. Medios nacionales aceptables de conformidad.

b) Objeto de la Instrucción

En desarrollo del artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, el objetivo de la presente Instrucción es recoger las especificaciones técnicas que junto con las ETI deberá cumplir el subsistema de infraestructura, para proceder a su autorización de entrada en servicio por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. De esta forma, el subsistema cumplirá los requisitos esenciales definidos en el anexo XI del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sin perjuicio de las comprobaciones de compatibilidad técnica e integración segura del subsistema, cuando se integre en el sistema ferroviario, que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria pueda realizar.

Esta Instrucción es aplicable al proyecto, construcción y mantenimiento del subsistema de infraestructura de las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General de ancho ibérico, estándar europeo y métrico (excepto la línea Cercedilla-Cotos).

La presente Instrucción establece los siguientes requisitos agrupados en dos tipos: normas nacionales en el ámbito de la Directiva (UE) 2016/797 e instrucciones adicionales.

– Normas nacionales en el ámbito de la Directiva (UE) 2016/797.

Las normas nacionales se establecen en el libro segundo de la presente Instrucción.

Se trata de requisitos necesarios para garantizar la satisfacción de los requisitos esenciales, conforme al artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, en relación con la ETI de infraestructura (Reglamento (UE) 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de infraestructura en el sistema ferroviario de la Unión Europea), ETI de seguridad en túneles ferroviarios (Reglamento (UE) 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la seguridad en los túneles ferroviarios del sistema ferroviario de la Unión Europea) (subsistema de infraestructura) y ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida (Reglamento (UE) 1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida) (subsistema de infraestructura en lo relativo a andenes). Se consideran los siguientes casos:

- Cuestiones pendientes de las ETI para los que se establecen requisitos en la presente Instrucción.
- Requisitos para los que las ETI determinan que se establezcan mediante normas nacionales.

- Líneas de ancho métrico, para los requisitos de los parámetros definidos en las ETI.

– Instrucciones adicionales.

Las instrucciones adicionales se establecen en el libro tercero de la presente Instrucción.

Se consideran los siguientes casos:

- Requisitos de parámetros no incluidos en las ETI.
- Requisitos de parámetros de las ETI no definidos en las mismas.
- Requisitos de parámetros de las ETI con valor más exigente que el establecido en las mismas. La Autoridad Ferroviaria, como planificadora de la Red Ferroviaria de Interés General, puede decidir imponer a las líneas requisitos con valores más exigentes que los definidos en las ETI, siempre que no sea un impedimento para la circulación de trenes interoperables.
- Líneas de ancho métrico, para las cuestiones pendientes de los requisitos de los parámetros definidos en las ETI de acuerdo a lo indicado en el anexo O.

Las instrucciones adicionales son necesarias para garantizar un adecuado diseño y construcción del subsistema de infraestructura en el ámbito de aplicación de esta Instrucción. Estas instrucciones no entran en contradicción con los requisitos de las ETI y por tanto no suponen un obstáculo para la circulación del material rodante interoperable.

En relación con el cumplimiento de los requisitos de la presente Instrucción, se puede indicar el cumplimiento de algunas normas UNE-EN, ISO, etc. (véase el apartado B.2). En los casos en que la Instrucción haga una referencia explícita a tales normas, y no se indique expresamente que la conformidad con dicha norma sea una recomendación, éstas serán de obligado cumplimiento. En el resto de los casos, el uso de las normas EN es de carácter voluntario. Sin embargo, es importante señalar que el uso de especificaciones europeas adoptadas por los organismos europeos de estandarización permite una presunción de conformidad en relación con determinados requisitos esenciales. Hay una relación de estas normas en las guías de aplicación de las ETI (en la página web de la Agencia Europea del Ferrocarril, <http://www.era.europa.eu>).

Por otra parte, la conformidad con la presente Instrucción no exige del cumplimiento de cualquier otra normativa obligatoria, aplicable al diseño y ejecución de los componentes de interoperabilidad y del subsistema de infraestructura, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

c) Componentes de interoperabilidad

Uno de los objetivos de la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, transpuesta al ordenamiento interno mediante el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, es el de contribuir al desarrollo del mercado interior de tal forma que los equipos y componentes ferroviarios puedan ser aceptados y puedan circular libremente por el mercado comunitario. Para tal fin, las ETI permiten la armonización de requisitos para la fabricación de componentes que aseguren el cumplimiento de los requisitos esenciales al mismo tiempo que la interoperabilidad del sistema ferroviario. En particular, los componentes de interoperabilidad son aquellos componentes que se han detectado como fundamentales para el desarrollo de la interoperabilidad y que deberán contar con un certificado CE de conformidad antes de ponerse en circulación en el mercado.

d) Verificación del subsistema

En la presente Instrucción también se recogen los módulos y procedimientos de evaluación necesarios para verificar la satisfacción de los requisitos esenciales y la conformidad del subsistema con los requisitos de la presente Instrucción. Se indica además el tipo de organismo que debe llevar a cabo dicha evaluación.

Con objeto de obtener la autorización de entrada en servicio, y una vez verificados los requisitos de las ETI por un organismo notificado y las normas nacionales establecidas en el libro segundo de la presente Instrucción por un organismo designado, el promotor deberá preparar las declaraciones pertinentes, es decir, la declaración "CE" de verificación, junto con el expediente elaborado por el organismo notificado, y la declaración de verificación sobre las normas nacionales, junto con el expediente elaborado por el organismo designado.

Asimismo será necesario que el promotor emita un informe de verificación de las instrucciones adicionales establecidas en el libro tercero de la presente Instrucción que se integrará en el informe al que se refiere el apartado 2,a) del artículo 117 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. También se indica en la presente Instrucción el tipo de organismo encargado de evaluar dichas instrucciones adicionales.

En aquellos casos en que la conformidad con la presente Instrucción no sea viable desde un punto de vista técnico o económico, el solicitante deberá notificar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria los motivos que justifican esta no conformidad, así como las especificaciones que serán de aplicación en sustitución de los requisitos no aplicables. La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria analizará los motivos de esta excepción y resolverá si la admite o no. En aquellos casos en que proceda, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria iniciará la tramitación del expediente de derogación,

conforme a lo indicado en artículo 83 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

e) Estrategia de implementación

En el libro tercero de la presente Instrucción se define, en líneas generales, la estrategia que debe seguirse para la implementación de esta Instrucción y de las ETI correspondientes. En el capítulo 7 del libro tercero se especifican los casos de modificación de líneas existentes en que es necesaria una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura y aquéllos en que no lo es.

BORRADOR

LIBRO SEGUNDO: NORMAS NACIONALES EN EL AMBITO DE LA DIRECTIVA 2016/797

1. INTRODUCCION

En el presente libro se incluyen las normas nacionales en el ámbito de la directiva de interoperabilidad 2016/797, de acuerdo al artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

En el cuadro 1 se relacionan las normas nacionales, los parámetros de las ETI respecto de los que se establecen las mismas, así como la justificación de la norma nacional de acuerdo al artículo 75.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Los procedimientos de evaluación de las normas nacionales se incluyen en el apartado 6.2 del libro tercero de la presente Instrucción.

Cuadro 1: Relación de normas nacionales.

ANCHO DE VÍA APLICABLE (mm)	NORMA NACIONAL	PARÁMETRO ETI	ART. 75.1
1435 / 1668	2.1.1. Levante de balasto	4.2.10.3 ETI INF	a)
	2.1.2. Cruce entre andenes	4.2.1.15 ETI PMR	a)
1000	2.2.1. Gálibo de implantación de obstáculos	4.2.3.1 ETI INF	e)
	2.2.2. Distancia entre ejes de vía	4.2.3.2 ETI INF	e)
	2.2.3. Pendientes máximas	4.2.3.3 ETI INF	e)
	2.2.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares	4.2.3.4 ETI INF	e)
	2.2.5. Ancho de vía nominal	4.2.4.1 ETI INF	e)
	2.2.6. Peralte	4.2.4.2 ETI INF	e)
	2.2.7. Aceleración por insuficiencia de peralte	4.2.4.3 ETI INF	e)
	2.2.8. Perfil de la cabeza de carril	4.2.4.6 ETI INF	e)
	2.2.9. Inclinación del carril	4.2.4.7 ETI INF	e)
	2.2.10. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas	4.2.6.1 ETI INF 4.2.6.2 ETI INF 4.2.6.3 ETI INF	e)
	2.2.11. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico	4.2.7.1 ETI INF 4.2.7.2 ETI INF 4.2.7.3 ETI INF 4.2.7.4 ETI INF	e)
	2.2.12. Altura de andén	4.2.9.2 ETI INF	e)

ANCHO DE VÍA APLICABLE (mm)	NORMA NACIONAL	PARÁMETRO ETI	ART. 75.1
	2.2.13. Marcadores de localización	4.2.11.1 ETI INF	e)
	2.2.14. Descarga de aseos	4.2.12.2 ETI INF	e)
	2.2.15. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	4.2.12.3 ETI INF	e)
	2.2.16. Aprovisionamiento de agua	4.2.12.4 ETI INF	e)
	2.2.17. Repostaje de combustible	4.2.12.5 ETI INF	e)
	2.2.18. Tomas de corriente eléctrica	4.2.12.6 ETI INF	e)
	2.2.19. Normas de explotación	4.4 ETI INF	e)
	2.2.20. Mantenimiento del subsistema de infraestructura	4.5 ETI INF	e)
	2.2.21. Competencias profesionales	4.6 ETI INF	e)
	2.2.22. Condiciones de seguridad y salud	4.7 ETI INF	e)
	2.2.23. Anchura y borde de los andenes	4.2.1.12 ETI PMR	e)
	2.2.24. Extremos de los andenes	4.2.1.13 ETI PMR	e)
	2.2.25. Cruce entre andenes	4.2.1.15 ETI PMR	e)
	2.2.26. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas	4.2.1.1 ETI STF	e)
	2.2.27. Protección y seguridad contra incendios	4.2.1.2, 4.2.1.3 y 4.2.1.4 ETI STF	e)
	2.2.28. Rutas de evacuación hacia zonas seguras	4.2.1.5.2 ETI STF	e)
	2.2.29. Zonas seguras y acceso a las mismas	4.2.1.5.1, 4.2.1.5.2 y 4.2.1.5.3 ETI STF	e)
	2.2.30. Pasillos de evacuación en túneles	4.2.1.6 ETI STF	e)
	2.2.31. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación	4.2.1.5.4 ETI STF	e)
	2.2.32. Señalización de la evacuación	4.2.1.5.5 ETI STF	e)
	2.2.33. Comunicación de emergencia	4.2.1.8 ETI STF	e)
	2.2.34. Puntos de evacuación y rescate	4.2.1.7 ETI STF	e)
	2.2.35. Zonas de rescate fuera del túnel	4.2.1.7 ETI STF	e)
	2.2.36. Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias	4.2.1.9 ETI STF	e)
	2.2.37. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	4.2.1.10 ETI STF	e)
	2.2.38. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores	4.2.1.11 ETI STF	e)

2. NORMAS NACIONALES

2.1. REQUISITOS APLICABLES A LAS LÍNEAS DE ANCHO 1435 MM Y 1668 MM

2.1.1. Levante de balasto

En las líneas nuevas o acondicionadas con velocidad de la línea superior a 250 km/h que estén equipadas con traviesa monobloque, la cota superior de balasto entre los carriles se rebajará 4 cm por debajo del punto de menor altura de la cara superior de la traviesa.

2.1.2. Cruce entre andenes

2.1.2.1. Casos en los que se permiten cruces entre andenes y clase de protección mínima necesaria.

Este apartado es conforme y complementa y desarrolla lo prescrito en los artículos 56 a 59 y Anexo VIII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

A los efectos de la presente Instrucción, y conforme al artículo 56.1 del Real Decreto 929/2020, solo se considerarán cruces entre andenes las intersecciones al mismo nivel entre la vía del ferrocarril y los itinerarios expresamente dispuestos en estaciones y apeaderos para el acceso peatonal de viajeros a los andenes. En consecuencia, no contempla otros tipos de cruces, tales como los indicados en el artículo 56.2¹.

Cuando se realicen actuaciones en la infraestructura ferroviaria existente (acondicionamiento o renovación de la línea en que se sitúa la estación o bien acondicionamiento de la estación), solo deberán mantenerse los cruces entre andenes existentes en los casos expresamente indicados en el cuadro 2.1.2.1, en función del tipo de actuación, de la velocidad máxima de circulación en el

¹ *En particular, no se consideran cruces entre andenes: los destinados al uso exclusivo de la actividad ferroviaria o de los servicios de emergencia, los situados en líneas o tramos con explotación tranviaria, ni los ubicados en estaciones sin servicio comercial de viajeros.*

cruce entre andenes, de la visibilidad existente en el mismo, de la intensidad del tráfico ferroviario y de la climatología.

Conforme a lo indicado en el anexo VIII, apartado II, del Real Decreto 929/2020, se establecen las siguientes clases de protección de los cruces entre andenes ordenados en función creciente del nivel de protección al usuario del cruce:

- **Clase 1-P:** Protección pasiva que no da al usuario información específica de la llegada del tren.
- **Clase 1-A1:** Protección activa que avisa al usuario de la llegada del tren, y cuyo accionamiento es ajeno a este último.
- **Clase 1-A2:** Protección activa que avisa al usuario de la llegada del tren por personal ferroviario.
- **Clase 2-A:** Protección activa (señalización luminosa y acústica) que avisa al usuario de la llegada del tren y que es accionada por éste al aproximarse al cruce.

La clase de protección mínima necesaria a aplicar en el cruce entre andenes se indica en el cuadro 2.1.2.1. No obstante los administradores de infraestructura deberían evaluar la conveniencia de adoptar una clase de protección superior, así como medidas adicionales de protección del cruce o de restricción de la circulación, en función de condicionantes tales como la siniestralidad existente, el número de usuarios que utilicen el cruce, la coexistencia en la estación de trenes con parada y sin parada comercial, circunstancias excepcionales de uso de la estación, factores externos o ambientales o la disminución de visibilidad que ocasione la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose.

Cuando la gestión de la estación o estaciones en cuestión, esté encomendada a un operador distinto del administrador de infraestructuras, el gestor de la estación recabará información del administrador de infraestructuras sobre los condicionantes y efectos que tal actuación pudiera suponer también a la explotación de sus servicios.

La definición de los equipamientos asociados a cada clase de protección se incluye en el apartado 2.1.2.2.

En aquellas estaciones que no se acondicionen o bien estén situadas en líneas que no sean objeto de acondicionamiento o renovación, se recomienda que los administradores de infraestructura planifiquen las actuaciones precisas, en los plazos que permita la disponibilidad presupuestaria, para:

- Que todos los cruces entre andenes sean equipados con la iluminación, señalización y pavimento táctil con las características del equipamiento correspondiente a la clase 1-P.

- Que todos los cruces entre andenes en los que se acredite que el número anual de días de niebla sea mayor o igual a 25, o que el número medio de circulaciones en la hora punta de los días de la semana del año con mayor tráfico sea mayor o igual a 8², sean equipados con el equipamiento correspondiente a la clase 2-A.
- Que todos los cruces entre andenes sin visibilidad suficiente para los peatones sean equipados con el equipamiento correspondiente a la clase 2-A. Se considera que existe suficiente visibilidad cuando la distancia de visibilidad real en el cruce sea igual o superior a la distancia de visibilidad técnica tal y como se define en el anexo VIII, apartado I, del Real Decreto 929/2020.

En cualquier caso, aquellas estaciones que no dispongan de paso inferior o superior entre andenes deberían contar, en los cruces entre andenes, con una señalización que indique *"PASO HABILITADO PARA CRUZAR LAS VÍAS. ¡EXTREME SU ATENCIÓN! MIRE A AMBOS LADOS ANTES DE CRUZAR"*.

Cuadro 2.1.2.1: Casos en los que se permite la existencia de cruces entre andenes y clase de protección mínima necesaria, cuando se realicen actuaciones en la estación o en la línea en que se ubica.

Velocidad máxima de circulación en el cruce entre andenes V[km/h]				
Actuación	$V \leq 40$ y $V \leq V_{lvp} \Leftrightarrow D_{rp} \geq D_{tp}$	$40 < V < 160$ y $V \leq V_{lvp} \Leftrightarrow D_{rp} \geq D_{tp}$	$V < 160$ y $V > V_{lvp} \Leftrightarrow D_{tp} > D_{rp}$	$V \geq 160$
Nuevo cruce entre andenes, estación en línea nueva o nueva estación en línea existente	Clase de protección 2-A	Cruce entre andenes a distinto nivel (*)	Cruce entre andenes a distinto nivel	
Acondicionamiento de estación (***) o estación en línea acondicionada (****)	Clase de protección 1-P (**)	Clase de protección 2-A excepto que se acredite que el número anual de días de niebla es inferior a 25, y el número medio	Cruce entre andenes a distinto nivel, en caso de ser inviable desde un punto de vista técnico o económico el cruce entre andenes a nivel	Cruce entre andenes a distinto nivel

² Se selecciona la semana con mayor número de circulaciones del año; se determina la hora (y día correspondiente) que haya registrado el valor de mayor tráfico de toda la semana; y finalmente, se calcula la media de la semana para esa hora.

		de circulaciones en la hora punta de los días de la semana del año con mayor tráfico es inferior a 8, en cuyo caso se podrá implantar la clase de protección 1-A1 (**)	deberá estar dotado de clase de protección 2-A	
Renovación en la línea en que se sitúa la estación			Clase de protección 2-A	

Siendo:

V_{lv} : Velocidad límite de visibilidad peatonal. Velocidad máxima de circulación de los trenes compatible con el paso de personas en condiciones de seguridad por las vías que atraviesa el cruce entre andenes; V_{lv} [km/h]= $3,6 * D_{rp}$ [m]/ T_c [s].

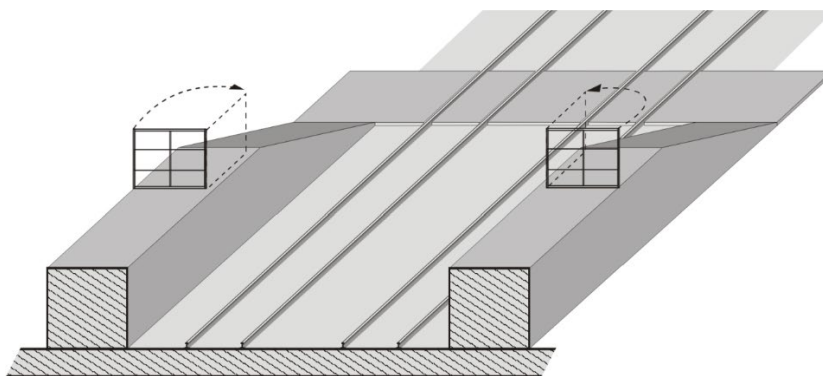
D_{tp} : Distancia de visibilidad técnica, definida conforme a lo indicado en el anexo VIII, apartado I.a) del Real Decreto 929/2020.

D_{rp} : Distancia de visibilidad real, definida conforme a lo indicado en el anexo VIII, apartado I.b) del Real Decreto 929/2020 y teniendo en cuenta las consideraciones indicadas al final del mismo.

(*): En las estaciones en que se disponga de paso inferior o superior entre andenes, dotado de rampas o elementos mecánicos de elevación, podrán existir con carácter permanente o provisional cruces entre andenes a nivel, de servicio y para uso exclusivo de la actividad ferroviaria o de los servicios de emergencia. En el caso de averías o de realización de obras en los itinerarios habilitados específicamente para el cruce de los viajeros, dichos cruces podrán servir excepcionalmente y de forma transitoria para dicho objeto. En todo caso, para poder utilizarlos se deberá garantizar que disponen de visibilidad suficiente, acorde con los tráficos de la estación y, además, en el proceso de gestión del riesgo previo a su implantación se valorarán las medidas de protección a aplicar y, en particular la necesidad de dotarlo de personal de vigilancia o acompañamiento (clase de protección 1-A2) cuando sea necesario utilizarlo para su uso público.

Estos cruces contarán obligatoriamente con cierres disuasorios que impidan el paso de personal ajeno al de mantenimiento y gestión de la estación, que deberán situarse fuera del gálibo límite de

implantación de obstáculos y contar con una señalización que indique "*PROHIBIDO EL PASO. Solo personal autorizado o emergencias*". En la figura 2.1.2.1 se muestra a modo de ejemplo un cierre disuasorio.



- (**) Antes de adoptarse esta clase de protección deberá considerarse la posible disminución de visibilidad que ocasione la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose del cruce entre andenes, salvo que se disponga de una señalización que indique "*PASO HABILITADO PARA CRUZAR LAS VÍAS. ¡EXTREME SU ATENCIÓN! MIRE A AMBOS LADOS ANTES DE CRUZAR. ¡PELIGRO! Un tren puede impedir la visibilidad del otro*".

Los trenes que disponiendo de megafonía paren en estaciones donde se disponga la señalización indicada anteriormente deberán emitir un aviso a fin de que los viajeros que bajen del tren extremen la atención en el cruce de los andenes, el texto de la megafonía será el siguiente, siempre y cuando sea técnicamente viable por el número de caracteres, "*Atención, estación dotada de paso habilitado para cruzar las vías, por su seguridad extreme la atención y mire a ambos lados antes de cruzar, un tren puede ocultar otro*". La instalación de megafonía en los trenes forma parte de su equipamiento, por lo que su diseño, construcción y mantenimiento está sujeto a su normativa específica de aplicación salvo lo indicado en esta Instrucción.

- (***) Se considera acondicionamiento de una estación a los efectos de la presente Instrucción a las actuaciones sustanciales de recrecidos y ampliaciones de los andenes, en las que se acondicionen más del 50% de su superficie o se aumente la longitud del andén en el que se actúe en más de un 50%.
- (****) Se considera línea acondicionada a los efectos de esta Instrucción a aquella en que se realice alguna actuación de mejora de la línea o tramo de ésta, que incremente al menos alguno de los parámetros

característicos: gálibo, carga por eje, velocidad y longitud permitida del tren; la dote de vía de tres hilos; o bien aumente su capacidad mediante la adición de al menos una vía. Únicamente deberán adaptarse a lo dispuesto en esta Instrucción las estaciones incluidas en el tramo objeto de acondicionamiento.

2.1.2.2. Equipamiento asociado a cada clase de protección de los cruces entre andenes.

Los equipamientos que se incluyen en este apartado, a excepción de la señalización luminosa y acústica asociada a la clase de protección 2-A, forman parte de la obra civil e instalaciones de las estaciones, por lo que su diseño, construcción y mantenimiento está sujeto a la normativa general de aplicación salvo en aquellos aspectos indicados en esta Instrucción.

Los equipamientos asociados a las clases de protección definidas en el apartado 2.1.2.1 serán los siguientes:

- Equipamiento asociado a la clase de protección 1-P: Iluminación y balizamiento pasivo en el suelo mediante bandas señalizadoras visuales, antideslizantes y táctiles.

- a) La iluminación mínima media a lo largo del cruce entre andenes será de 10 lux en el caso de andenes al aire libre, y de 100 lux en el caso de andenes cubiertos, medidos al nivel del suelo, con un valor mínimo de 5 lux.

Se considerarán andenes cubiertos aquellos en los que no entre la luz natural. La iluminación media se referirá a los valores medidos en el andén hasta los extremos del cruce.

- b) Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de dos tipos:

- Pavimento táctil indicador de advertencia o proximidad a puntos de peligro, con tratamiento superficial a base de botones de forma troncocónica y de altura máxima de 5 ± 1 mm tanto en exteriores como en interiores, dispuestos en retícula ordenada. Contrastará cromáticamente con el resto del pavimento.
- Pavimento táctil indicador de cambio de nivel, con tratamiento superficial de acanalado en alto relieve y de altura máxima de 5 ± 1 mm tanto en exteriores como en interiores, dispuestos en retícula ordenada. Contrastará cromáticamente con el resto del pavimento.

El pavimento táctil indicador de cambio de nivel (acanalado) se dispondrá en el inicio y final de las rampas. Se puede prescindir del pavimento táctil indicador de cambio de nivel situado en la parte inferior de la rampa si no se puede evitar el solape con el pavimento táctil indicador de advertencia (botones) situado delante del propio cruce entre andenes.

c) Carteles de prohibición y advertencia para los viajeros.

A lo largo de los andenes y en lugar visible para los viajeros se instalarán señales que indiquen "*PROHIBIDO CRUZAR LAS VÍAS*", en el caso de estaciones sin cruces entre andenes y "*PROHIBIDO CRUZAR LAS VÍAS excepto por paso habilitado*", en el caso de estaciones con cruces entre andenes. La situación de las señales deberá ser la siguiente:

- En los andenes de longitud igual o inferior a 150 m, se colocará una señal en la mediatriz del andén y otra en cada extremo del andén.
- En los andenes de longitud superior a 150 m, se colocará una señal en la mediatriz del andén y señales en intervalos de 50 m, a cada lado de la señal central, hasta llegar a los extremos del andén.

En caso de que la distancia entre el extremo del andén y la última señal fuera superior de 25 m, se colocará una señal en el extremo del andén y otra en la mediatriz del andén, distribuyendo a intervalos iguales las señales comprendidas entre la mediatriz del andén y el extremo del mismo, con un intervalo máximo de 50 m.

- Las señales podrán situarse en los bocales del andén, en paramentos verticales a 2m de altura o bien expuestos dejando un paso libre de 2,20 m de altura respecto el andén. En el caso de que sitúen en los bocales se recomienda tener en cuenta las dificultades que puede suponer su mantenimiento.

d) Señales ferroviarias "Silbar" (aspecto A, definido en el artículo 2.1.3.13 del Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria) situadas a la distancia de visibilidad técnica (D_{tp}) en todas las vías que sean atravesadas por el cruce peatonal entre andenes.

- Equipamiento asociado a la clase de protección 1-A1: consiste en el equipamiento asociado a la clase 1-P, y además el uso de los sistemas de información al viajero (megafonía y deseablemente teleindicadores), para realizar avisos específicos relativos al paso de los trenes por el cruce entre andenes.

Los sistemas de información al viajero no están concebidos como sistemas de seguridad, dado que las características propias de estos equipos y sus comunicaciones no garantizan la integridad, fiabilidad, disponibilidad y seguridad de la información.

Los textos de los mensajes de aviso que se proponen a continuación para estos sistemas podrán ser modificados o adaptados a las condiciones particulares de cada instalación por los administradores de infraestructura o gestores de las estaciones en función de la experiencia de uso adquirida o de las condiciones locales.

e.1.) Los teleindicadores deberán cumplir los siguientes requisitos:

- El tamaño de las pantallas deberá permitir mostrar las palabras de los mensajes de forma completa, admitiéndose abreviaturas de fácil comprensión. Cada palabra del mensaje deberá visualizarse durante un mínimo de dos segundos.
- Si se utiliza un sistema de visualización de texto deslizante (horizontal o vertical), cada una de las palabras completas del mensaje deberá mostrarse durante un mínimo de dos segundos y la velocidad de desplazamiento del texto no será mayor de seis caracteres por segundo.
- Las pantallas se diseñarán para un ámbito de utilización definido por la distancia máxima de visualización con arreglo a la siguiente fórmula:
 - *Distancia de lectura en mm dividida por 250 = tamaño de la fuente en mm (por ejemplo: 10.000 mm/250 = 40 mm)*
- Texto de los teleindicadores:
 - General, con el fin de que se utilicen los pasos habilitados el texto será el siguiente:
“Atención, les recordamos que, por su seguridad, está prohibido cruzar las vías por pasos no autorizados, utilicen solo los pasos habilitados con máxima precaución”.
 - Específico, ante el paso de trenes sin parada, el texto será el siguiente:
“Atención, tren sin parada [por vía X], prohibido cruzar las vías, manténganse alejados del borde de andén”.

El aviso se emitirá con antelación suficiente al paso del tren por la estación y se repetirá (añadiendo una pausa de 15 segundos entre repeticiones), hasta que el tren finalice su paso y siempre teniendo en cuenta que el primer mensaje emitido finalice como mínimo 60 segundos antes del paso del tren por la estación.

e.2.) Los avisos acústicos mediante megafonía tendrán un nivel STI-PA mínimo de 0,45, de acuerdo con el anexo B de la norma EN 60268-

16. Los mensajes por megafonía deberán cumplir los siguientes requisitos:

o Idiomas:

▪ En estaciones ubicadas en Comunidades Autónomas con lengua propia, se deberá utilizar esta en primer lugar. Cada mensaje se emitirá en las siguientes lenguas por este orden:

1. Lengua autonómica oficial, en caso de disponer de la misma.
2. Castellano.

▪ Cuando sea posible, los mensajes se emitirán también en inglés, en aquellos lugares y momentos donde se prevea una afluencia significativa de personas cuyo idioma no sea alguno de los anteriores.

▪ Igualmente, si se considera necesario y es posible, se podrá emitir este mensaje en más de tres idiomas, estos se podrán ir alternando con el inglés en diferentes emisiones. De forma que el mensaje siempre incluya la lengua autonómica (en su caso) y el castellano. Por ejemplo:

1. Primer mensaje: Lengua autonómica – Castellano – Inglés.
2. Segundo mensaje: Lengua autonómica – Castellano – Francés.
3. Tercer mensaje: Lengua autonómica – Castellano – Inglés.
4. Cuarto mensaje: Lengua autonómica – Castellano – Alemán.
5. Quinto mensaje: Lengua autonómica – Castellano – Inglés.
6. ...

o Textos de la megafonía:

▪ General, con el fin de que se utilicen los pasos habilitados el texto será el siguiente:

“Atención, les recordamos que, por su seguridad, está prohibido cruzar las vías por pasos no autorizados, utilicen solo los pasos habilitados con máxima precaución”.

El aviso se realizará con una frecuencia como mínimo de 30 minutos dentro del horario de apertura al público de la estación.

- Específico, ante el paso de trenes sin parada, el texto será el siguiente:

“Atención, tren sin parada [por vía X], prohibido cruzar las vías, manténganse alejados del borde de andén”.

El texto indicado entre corchetes se incluirá si los sistemas técnicos lo permiten.

El aviso se emitirá con antelación suficiente al paso del tren por la estación y se repetirá (añadiendo una pausa de 15 segundos entre repeticiones), hasta que el tren finalice su paso y siempre teniendo en cuenta que el primer mensaje emitido finalice como mínimo 60 segundos antes del paso del tren por la estación.

- Específico, ante el paso de trenes con parada. El administrador de infraestructuras, en cooperación con el gestor de la estación cuando la gestión de la misma esté encomendada a un operador distinto del administrador de infraestructuras, podrá considerar en función de la forma de explotación de la dependencia, del lugar de detención del tren, del solapamiento con los mensajes anteriores, y de los medios técnicos existentes, la adopción de un mensaje con texto específico para esta situación.
- Equipamiento asociado a la clase de protección 1-A2: Además del equipamiento asociado a la clase 1-P, durante los periodos de uso público del cruce este estará guardado.
 - f) Un cruce entre andenes se considera guardado cuando personal con la formación adecuada y en los términos que establezca el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructuras, del gestor de la estación o de la empresa ferroviaria, autorice el tránsito por él y acompañe a los usuarios cuando sea necesario. Los medios necesarios para esta función y su régimen reglamentario en cuanto a la seguridad en la circulación serán establecidos en el proceso de gestión del riesgo mencionado anteriormente.
- Equipamiento asociado a la clase de protección 2-A: consiste en el equipamiento asociado a la clase 1-A1, y además señalización luminosa y acústica (S.L.A.).

g) La señalización luminosa proporcionará al usuario la información necesaria para que pueda tomar sus decisiones antes de realizar el cruce. Para ello deberá presentar los siguientes aspectos:

- a) Prohibido cruzar. Cuando un tren está acercándose o sobre el cruce.
- b) Prohibido cruzar, máximo riesgo. Cuando un segundo tren está acercándose.
- c) Permitido cruzar. Cuando hay ausencia de trenes.

Para tener en cuenta las situaciones en las que, por avería, el sistema no muestre ninguna información, las señales dispondrán de un texto informativo sobre esta circunstancia que indique el comportamiento que ha de adoptar la persona que va a cruzar. Esto no será necesario cuando el sistema disponga de los aspectos d) y/o e).

El aspecto c) podrá darse implícitamente por ausencia de información. En este último caso el sistema deberá disponer de los aspectos d) y/o e), que deberán activarse en caso de avería del sistema.

Además, si el sistema lo permite podrá mostrar las siguientes indicaciones, siempre que se acredite un nivel aceptable de seguridad en la instalación:

- d) Instalación averiada, indicando al viajero este hecho de manera expresa (mediante texto o indicación).
- e) Precaución al cruzar, trenes en el entorno. Debe ser el usuario quien tome la decisión percibiendo si hay trenes cerca (el texto o indicación podría ser coincidente con la manera expresa en que se comunique la situación de instalación averiada).
- h) Salvo que las condiciones del entorno no lo hagan aconsejable, la señalización luminosa se complementará con una señal acústica

2.2. REQUISITOS APLICABLES A LAS LÍNEAS DE ANCHO 1000 MM

2.2.1. Gálibo de implantación de obstáculos

Los gálibos de implantación de obstáculos a respetar en las partes altas son los indicados en el cuadro 2.2.1.

Nota: La parte alta del gálibo se corresponde con los puntos del contorno de referencia situados a una altura superior a 0,40 m respecto el plano de rodadura.

Cuadro 2.2.1: Gálbo de implantación de obstáculos en partes altas.

	Galibo uniforme de implantación de obstáculos	Gálbo en situaciones excepcionales
Líneas nuevas	GEE10	(2) (3)
Líneas acondicionadas		GED10 ⁽¹⁾

- (1) La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente, por condicionantes técnicos o económicos, el gálbo de implantación de obstáculos GED10, calculado con las características del tramo, o incluso mantener el gálbo existente.
- (2) Cuando para algún tramo de línea exista un itinerario alternativo que cumpla el gálbo uniforme de implantación de obstáculos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, por condicionantes técnicos o económicos, un gálbo mayor o igual al gálbo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo.
- (3) Cuando para algún tramo de línea no exista itinerario alternativo que cumpla el gálbo uniforme de implantación de obstáculos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, por condicionantes técnicos o económicos, un gálbo mayor o igual al gálbo nominal de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo.

El gálbo de partes bajas será el correspondiente al gálbo GEE10.

Nota: La parte baja del gálbo se corresponde con los puntos del contorno de referencia situados a una altura igual o inferior a 0,40 m respecto el plano de rodadura.

Los gálbos son los definidos en la Instrucción Ferroviaria de Gálbos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En general, el gálbo de implantación de obstáculos a respetar será el gálbo uniforme de implantación de obstáculos definido en el cuadro 2.2.1.

En situaciones excepcionales, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar en determinados tramos o secciones de la línea un gálbo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido con los parámetros de trazado correspondientes a ese tramo o sección.

Cuando las actuaciones en líneas existentes supongan la implantación o modificación de la ubicación de elementos aledaños a la vía (por ejemplo, estructuras, instalaciones de electrificación y de seguridad y comunicaciones), se realizarán respetando el gálbo de implantación de obstáculos definido en el cuadro 2.2.1 para líneas acondicionadas.

Los cálculos para el gálibo de implantación de obstáculos se efectuarán conforme a lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Cuando se instale electrificación aérea, se calculará tanto el gálibo mecánico como eléctrico del pantógrafo, conforme lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

2.2.2. Distancia entre ejes de vía

La distancia horizontal entre ejes de vía, en plena vía, para líneas nuevas será de 3,5 m.

2.2.3. Pendientes máximas

Las rampas y pendientes máximas admisibles se recogen en el cuadro 2.2.3:

Cuadro 2.2.3: Pendientes máximas de diseño en líneas nuevas.

Códigos de tráfico	Permitida en diseño (milésimas)	En andenes de viajeros (milésimas)	En vías de apartado (milésimas)
P1000	20 ⁽¹⁾	2,5 ⁽³⁾	2,5 ⁽⁴⁾
F1-1000 F2-1000 F3-1000	12,5 ⁽²⁾	-	

⁽¹⁾ Se permite como límite excepcional 30 milésimas previa justificación mediante informe de las razones que lo motivan, y con la aprobación expresa del promotor así como de la Autoridad Ferroviaria.

⁽²⁾ Se permite como límite excepcional 15 milésimas previa justificación mediante informe de las razones que lo motivan, y con la aprobación expresa del promotor así como de la Autoridad Ferroviaria.

⁽³⁾ Las rampas de las vías de andén podrán alcanzar los 2,5 mm/m, siempre que los coches de viajeros se enganchen y desenganchen de forma habitual.

⁽⁴⁾ En vías de maniobra protegidas con mangos de seguridad no destinadas al estacionamiento de trenes se admitirán pendientes de hasta 5%. Si la vía de apartado está destinada al estacionamiento no se superará las 2,5 milésimas, salvo que se adopten medidas al efecto para prevenir la deriva del material rodante.

2.2.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares

Líneas de tráfico exclusivo de viajeros

Al proyectar las líneas de tráfico exclusivo de viajeros, el radio de curva mínimo de las vías será tal que, para el peralte prescrito en la curva considerada, la insuficiencia de peralte no rebase, a la velocidad máxima de trayecto, los valores indicados en el apartado de aceleración por insuficiencia de peralte.

Líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto

Al proyectar las líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto, el radio de curva mínimo de las vías será tal que, a la velocidad máxima de trayecto con el peralte prescrito, los valores indicados en el apartado de aceleración por insuficiencia de peralte no se superan.

Además, se comprobará que con el radio de diseño, a la velocidad mínima considerada, no se supera el valor indicado en el apartado de aceleración por exceso de peralte en ningún caso.

Todas las categorías de línea

El radio límite normal de diseño de las curvas horizontales no será inferior a 100 m y el radio límite excepcional no será inferior a 90 m.

2.2.5. Ancho de vía nominal

El ancho de vía nominal será de 1000 mm.

2.2.6. Peralte

a) En plena vía

El valor límite excepcional del peralte de diseño es de 110 mm.

b) En andenes

El peralte de diseño en vías adyacentes a los andenes será tan reducido como sea posible, no superando en ningún caso 100 mm.

2.2.7. Aceleración por insuficiencia de peralte

El valor límite normal de la aceleración lateral por insuficiencia de peralte será de $0,85 \text{ m/s}^2$ (92 mm).

Excepcionalmente, se aceptan valores de aceleración sin compensar mayores, sin que en ningún caso superen los $1,00 \text{ m/s}^2$ (108 mm).

2.2.8. Perfil de la cabeza de carril

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.4.6 de la ETI de infraestructura.

2.2.9. Inclinación del carril

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.4.7 de la ETI de infraestructura.

2.2.10. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.6 de la ETI de infraestructura.

2.2.11. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.7.1 de la ETI de infraestructura, a excepción del factor alfa que es igual a 0,91.

Se cumplirán los requisitos definidos en los apartados 4.2.7.2, 4.2.7.3 y 4.2.7.4 de la ETI de infraestructura.

2.2.12. Altura de andén

Andenes de nueva construcción:

La altura nominal de los andenes (h_q) será de 105 cm sobre el plano de rodadura.

Las tolerancias para la altura de los andenes respecto el valor nominal son las indicadas en el cuadro 2.2.12.

Cuadro 2.2.12: Tolerancias para la altura de los andenes.

Actuación en vía	Tolerancias en andenes (mm)
Construcción, acondicionamiento o renovación de vía	(0,-10)
Mantenimiento de vía	(0,-30)

2.2.13. Marcadores de localización

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.11.1 de la ETI de infraestructura.

2.2.14. Descarga de aseos

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.12.2 de la ETI de infraestructura.

2.2.15. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes

Cuando se disponga una estación de lavado, ésta deberá permitir la limpieza de los laterales exteriores de los trenes de uno o dos pisos entre 360 mm y 4100 mm de altura.

Se diseñarán las estaciones de lavado de forma que los trenes puedan atravesarlas a velocidades comprendidas entre 2 km/h y 5 km/h.

2.2.16. Aprovisionamiento de agua

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.12.4 de la ETI de infraestructura.

2.2.17. Repostaje de combustible

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.12.5 de la ETI de infraestructura

2.2.18. Tomas de corriente eléctrica

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.12.6 de la ETI de infraestructura.

2.2.19. Normas de explotación

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.4 de la ETI de infraestructura.

2.2.20. Mantenimiento del subsistema de infraestructura

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.5 de la ETI de infraestructura.

2.2.21. Competencias profesionales

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.6 de la ETI de infraestructura.

2.2.22. Condiciones de seguridad y salud

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.7 de la ETI de infraestructura.

2.2.23. Anchura y borde de los andenes

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.12 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

2.2.24. Extremos de los andenes

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.13 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

2.2.25. Cruce entre andenes

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.15 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida, así como en el apartado 2.1.2.

Para el cálculo del tiempo de cruce T_c y en ausencia de datos, la distancia del borde del andén al eje de la vía más próxima se podrá tomar igual a 1,60 m.

2.2.26. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.1 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.27. Protección y seguridad contra incendios

Se cumplirán los requisitos definidos en los apartados 4.2.1.2, 4.2.1.3 y 4.2.1.4 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.28. Rutas de evacuación hacia zonas seguras

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.5.2 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.29. Zonas seguras y acceso a las mismas

Se cumplirán los requisitos definidos en los apartados 4.2.1.5.1, 4.2.1.5.2 y 4.2.1.5.3 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.30. Pasillos de evacuación en túneles

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.6 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.31. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.5.4 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.32. Señalización de la evacuación

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.5.5 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.33. Comunicación de emergencia

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.8 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.34. Puntos de evacuación y rescate

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.35. Zonas de rescate fuera del túnel

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.36. Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.9 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.37. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.10 de la ETI de seguridad en túneles.

2.2.38. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores

Se cumplirán los requisitos definidos en el apartado 4.2.1.11 de la ETI de seguridad en túneles.

BORRADOR

LIBRO TERCERO: INSTRUCCIONES ADICIONALES

1. INTRODUCCION

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción Ferroviaria, como desarrollo del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, es aplicable a las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General definidas en el apartado 1 del anexo II del citado Real Decreto, excepto la línea de ancho métrico Cercedilla- Cotos.

Esta Instrucción es de aplicación a:

- El subsistema de infraestructura.
- Las interfaces del subsistema de infraestructura con los subsistemas de material rodante, de energía, de control-mando y señalización, y de explotación y gestión del tráfico.
- La parte del subsistema funcional de mantenimiento relativa al subsistema de Infraestructura (es decir: instalaciones de lavado para la limpieza exterior de los trenes, aprovisionamiento de agua, repostaje de combustible, instalaciones fijas de descarga de aseos y tomas de corriente eléctrica).

Sin embargo, esta Instrucción no es de aplicación a las estaciones de ferrocarril, salvo los andenes establecidos para el acceso de los viajeros a los trenes desde la estación.

La Instrucción no es aplicable en líneas con explotación tranviaria.

Las estaciones situadas en túneles deberán cumplir las normas nacionales en materia de evacuación y medios de protección contra incendios. Cuando éstas se utilicen como zonas seguras, deberán cumplir los requisitos indicados en el apartado 4.1.4.9.7. Cuando las estaciones se utilicen como puntos de evacuación y rescate, deberán cumplir los requisitos de los apartados 4.1.4.9.13 c) y e).

Esta Instrucción es de aplicación a los túneles ferroviarios de la longitud indicada para cada requisito en el apartado correspondiente.

El concepto de subsistema de infraestructura empleado en la presente Instrucción coincide con el descrito en el Anexo X del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, 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).

La presente Instrucción será obligatoria en el caso de líneas nuevas y en el de actuaciones en líneas existentes que requieran una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura, según se establece en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

1.2. CONTENIDO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN

De conformidad con el artículo 76.3 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, en este libro se desarrollan los siguientes contenidos:

- 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 de la conformidad y verificación, que deben utilizarse para la verificación de los requisitos.
- Criterios para la determinación de los organismos de evaluación de la conformidad con las Instrucciones Ferroviarias.
- Instrucciones específicas en el caso de renovación o rehabilitación de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.
- Medios nacionales aceptables de conformidad.

Adicionalmente se desarrollan los siguientes contenidos:

- El ámbito de aplicación.
- Los parámetros y requisitos funcionales y técnicos que debe cumplir el subsistema de infraestructura que no están contemplados en las ETI, así como sus interfaces con otros subsistemas. La evaluación de las características técnicas se realizará mediante los correspondientes ensayos o certificados, de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.
- Los requisitos para las instalaciones de cambio de ancho, así como sus interfaces con el material rodante.
- Los requisitos para los túneles que no están contemplados en la ETI de seguridad en túneles, relativos al subsistema de infraestructura.
- La estrategia de implementación de esta Instrucción.
- Las cualificaciones profesionales del personal y las condiciones de seguridad y salud en el trabajo requeridas para la operación y el

mantenimiento del subsistema de infraestructura, así como para la implementación de esta Instrucción que no están contempladas en las ETI, sin perjuicio de la legislación vigente que sea de aplicación.

En cuanto a las normas referenciadas en la presente Instrucción, será de aplicación la versión indicada en el anexo B de la misma.

Los requisitos de la presente Instrucción son válidos tanto para las líneas con ancho de vía nominal de 1435 mm, como de 1668 mm, salvo que en algún apartado se remita a un ancho de vía nominal en particular. Los requisitos correspondientes a las líneas con ancho métrico se definen en el anexo O.

1.3. OTRA NORMATIVA DE APLICACIÓN AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

La conformidad con la presente Instrucción no exime del cumplimiento de cualquier otra normativa obligatoria, aplicable al diseño y ejecución del subsistema de infraestructura y sus componentes, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

Según se define en la Directiva (UE) 2016/797, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea, el subsistema infraestructura comprende la vía tendida, los equipos de vía, pasos a nivel, las obras civiles (puentes, túneles, etc.), los elementos de las estaciones vinculados al ferrocarril (incluidas las entradas, andenes, zonas de acceso, locales de servicios, aseos y sistemas de información, así como sus características de accesibilidad para personas con discapacidades y personas con movilidad reducida) y los equipos de seguridad y protección.

Adicionalmente, se incluyen como parte del subsistema de Infraestructura:

- Las instalaciones de cambio de ancho, así como sus interfaces con el material rodante.
- Todas las partes del sistema ferroviario de interés para la seguridad de los viajeros y el personal de a bordo, en los túneles, durante la explotación.

2.2. PARTES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

El subsistema de Infraestructura se compone de:

- Trazado de las líneas ferroviarias.
- Parámetros de vía.
- Aparatos de vía.
- Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas.
- Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico.
- Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados.
- Andenes.
- Salud, seguridad y medio ambiente.
- Seguridad en los túneles ferroviarios. Se tratan las medidas de prevención, mitigación, evacuación y rescate, que eliminan o reducen significativamente los riesgos derivados de colisión, descarrilamiento, incendio, explosión, liberación de gases tóxicos y evacuación

espontánea, no contemplando las acciones terroristas sobre la infraestructura, que se mitigarán con otro tipo de medidas especiales.

- Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario.
- Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes.

3. REQUISITOS ESENCIALES

3.1. INTRODUCCIÓN

Con arreglo al artículo 73.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, el sistema ferroviario, los subsistemas y los componentes de interoperabilidad, incluidas las interfaces, deberán cumplir los requisitos esenciales definidos en términos generales en el anexo XI del citado Real Decreto.

3.2. CLASIFICACIÓN

Los requisitos esenciales comprenden los siguientes apartados:

- Seguridad.
- Fiabilidad y disponibilidad.
- Salud.
- Protección medioambiental.
- Compatibilidad técnica.
- Accesibilidad.

3.3. VERIFICACIÓN

La verificación del cumplimiento de los requisitos esenciales por parte del subsistema de infraestructura y de sus componentes de interoperabilidad se realizará de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y en la presente Instrucción.

4. ESPECIFICACIONES PARA LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

La red ferroviaria es un sistema integrado cuya coherencia se ha de verificar. En el ámbito de la presente Instrucción dicha coherencia debe comprobarse, especialmente en lo referente a las especificaciones del subsistema de infraestructura, las interfaces con los demás subsistemas del sistema ferroviario en el que se integra, y las normas de explotación y mantenimiento.

El presente capítulo establece los requisitos correspondientes a las instrucciones adicionales³ que debe satisfacer el subsistema de infraestructura. Dichos requisitos comprenden:

- Las especificaciones funcionales y técnicas para las instrucciones adicionales y las interfaces con otros subsistemas.
- Las normas de explotación no contempladas en las ETI.
- Las normas de mantenimiento no contempladas en las ETI, precisas para conservar las características técnicas exigibles a los componentes y al subsistema.
- Los aspectos de las competencias profesionales no contemplados en las ETI.
- Los aspectos de las condiciones de seguridad y salud no contemplados en las ETI.
- El registro de infraestructura.

Se incluyen asimismo las normas nacionales si bien los correspondientes requisitos se definen en el libro segundo.

El presente capítulo contiene los requisitos que debe cumplir el subsistema de infraestructura en las líneas de ancho ibérico y estándar europeo no contemplados en las ETI. En cambio, para las líneas de ancho métrico se recogen en el anexo O del presente libro, para cada uno de los apartados del capítulo 4, la totalidad de los requisitos necesarios para la autorización de entrada en servicio, debido a que de acuerdo con el artículo 2(6) de la ETI de Infraestructura (Reglamento 1299/2014) el ancho métrico queda excluido del ámbito de aplicación de dicha ETI.

Los requisitos se han establecido basándose en las premisas fundamentales de normas europeas, ya sean normas EN, o bien normas de amplio reconocimiento y uso en ausencia de aquellas.

Cuando se diseñe una línea nueva o acondicionada, deben tenerse en cuenta todos los trenes que puedan ser autorizados a circular por ella.

³ *Las instrucciones adicionales se definen en el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.*

El material rodante que cumpla la normativa nacional de material rodante debe poder circular por las vías de las líneas que cumplan los valores límite establecidos en la presente Instrucción.

Las soluciones innovadoras que no cumplan los requisitos especificados en la Instrucción y/o no se puedan evaluar cómo se indica en la presente Instrucción, requieren nuevas especificaciones y/o nuevos métodos de evaluación. A fin de permitir la innovación tecnológica, estas especificaciones y métodos de evaluación se elaborarán ateniéndose al procedimiento de soluciones innovadoras descrito en el apartado 6.2.3.

La verificación de los requisitos del subsistema de infraestructura establecidos en el presente capítulo se registrará por las fases y procedimientos que se indican en el apartado 6.2 y en los cuadros C.1 y C.2 del anexo C del presente libro.

Para los apartados 4.1 a 4.7 del presente capítulo y anexos D, F, G, H, I, K, L y M del presente libro:

- **Siempre que se establezcan instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.**
- **Los parámetros no incluidos en las ETI se identificarán añadiendo a continuación del título en letra cursiva la advertencia “*parámetro no incluido en las ETI*” e indicando a continuación que su contenido son instrucciones adicionales.**
- **Cuando no se establezcan instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes indicando solamente que no se incluyen instrucciones adicionales a dichos apartados.**
- **En los parámetros en los que se establezcan normas nacionales se hará una referencia al libro segundo de la presente Instrucción.**

4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA

Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema de infraestructura son los requisitos que deben satisfacer los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan a dicho subsistema.

4.1.1. Categorías de línea

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura:

El anexo II del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, define los elementos del sistema ferroviario. Con el fin de lograr la interoperabilidad de forma económica, todos los elementos del sistema ferroviario serán asignados a una categoría de línea.

Para ello la presente Instrucción establece unos niveles de prestación diferentes, en función de las categorías de línea.

Para cada una de las diferentes categorías de línea consideradas en esta Instrucción, se especifican los requisitos que debe cumplir el subsistema de infraestructura.

En aquellos parámetros o requisitos técnicos en que no se especifique a qué códigos de tráfico son aplicables, se entenderá que son aplicables a todos ellos.

Los requisitos correspondientes a las líneas acondicionadas serán también aplicables a las líneas renovadas, salvo que se definan requisitos específicos para las mismas.

Los requisitos correspondientes a los códigos de tráfico de una línea son también aplicables a las vías de circulación que pasen a través de las estaciones de viajeros, las terminales de mercancías y las vías de enlace.

4.1.2. Parámetros característicos

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura:

El nivel de prestaciones de los códigos de tráfico se caracteriza por los siguientes parámetros:

- (a) gálibo,
- (b) carga por eje admisible,

- (c) velocidad de la línea (máxima velocidad de los trenes rápidos y mínima velocidad de los trenes lentos),
- (d) longitud permitida del tren (solo para códigos de tráfico de mercancías),
- (e) longitud útil de andén (solo para códigos de tráfico de viajeros).

Los niveles de prestación de cada código de tráfico se indican en los apartados 4.1.2.1, 4.1.2.2 y 4.1.2.3.

Las líneas nuevas y acondicionadas se diseñarán de modo que como mínimo se alcance el valor de los parámetros característicos señalados en dichos apartados, en función de la categoría de línea que se defina para ellas. Lo cual significa que dichos valores son el punto de partida para el diseño de la infraestructura, siendo la base a partir de la cual se determina el valor de los respectivos parámetros funcionales y técnicos, así como de los parámetros básicos de las ETI correspondientes.

A propuesta del Promotor la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar en puntos concretos de una línea donde esté debidamente justificado por restricciones de tipo geográfico, urbanístico o medioambiental, el diseño para valores inferiores a los indicados en los apartados 4.1.2.1 y 4.1.2.3 en alguno o todos de los siguientes parámetros característicos: velocidad de línea, longitud útil de andén y longitud permitida de tren.

4.1.2.1. Carga por eje y velocidad de la línea

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura:

La información necesaria para definir la relación entre la carga por eje máxima y la velocidad máxima, según el tipo de vehículo, se recoge en el anexo D.

Únicamente son de aplicación los códigos de tráfico P1 a P5 y F1 a F3.

- a) Se establecen las siguientes consideraciones respecto la carga por eje admisible:
 - La carga por eje admisible en el caso de los códigos de tráfico F1 a F3 está basada en la masa de diseño en orden de trabajo para cabezas motrices y locomotoras, según lo definido en el apartado 2.1 de la norma UNE-EN 15663, en la masa de diseño bajo carga útil excepcional para otros vehículos (excepto en el caso de los vagones) según lo definido en el apéndice K de la ETI de infraestructura y en la masa de diseño bajo carga útil normal en el caso de los vagones de acuerdo con la tabla 5 de la norma UNE-EN 15663.

- Para las estructuras, la carga por eje por sí misma no es suficiente para definir los requisitos sobre la infraestructura. Los requisitos para las estructuras nuevas se especifican en los apartados 4.1.4.5.1 a 4.1.4.5.8 y para las estructuras existentes en el apartado 4.1.4.5.9.

b) Se establecen las siguientes consideraciones respecto la velocidad de la línea:

- Se considera velocidad de la línea a la velocidad máxima para la que se ha diseñado la línea, para la cual se cumplen los requisitos definidos en la presente Instrucción y que, por tanto, da lugar a una infraestructura que no impone restricciones operacionales a aquel material, conforme a la normativa nacional de material rodante que le sean de aplicación, que sea compatible con la misma.
- En explotación, puede admitirse la circulación de trenes a velocidades superiores a la velocidad de línea. Debe notarse que, en esos casos, la conformidad con la presente Instrucción no garantiza el cumplimiento de los requisitos esenciales. La demostración y verificaciones del cumplimiento de tales requisitos, en esos casos, se encuentra fuera del ámbito de la presente Instrucción y corresponderían a los siguientes aspectos:
 - Que el comportamiento dinámico del vehículo haya sido homologado, para la combinación de dicha velocidad con los parámetros geométricos predefinidos, conforme a la normativa nacional de material rodante que le sea de aplicación,
 - Que la integración segura del tren en la infraestructura sea demostrada para dichas condiciones de operación, teniendo en cuenta su interfaz con cada uno de los subsistemas en explotación.

Cuando esta situación sea previsible en diseño y el promotor considere necesario que la infraestructura admita la circulación de vehículos en esas condiciones, deberá realizarse la verificación de los valores límite de los parámetros dependientes de la velocidad, considerando la máxima velocidad prevista en operación. En este caso se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para la verificación de estos parámetros podrán considerarse las características particulares de los vehículos destinados a operar en estas condiciones (insuficiencia de peralte admisible, características aerodinámicas, ...) y podrán reemplazarse los valores límite de esta Instrucción por los valores límite correspondientes del vehículo.
- Esta verificación deberá ser llevada a cabo por el promotor, y en ningún caso podrá sustituir a la verificación de estos parámetros que los organismos designado y notificado deberán realizar, para la velocidad de línea, conforme a lo establecido en la presente Instrucción.

Nota: Las líneas de mercancías que pertenezcan a la red básica de la red TEN, según se define en el Reglamento (UE) n° 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013, sobre las orientaciones de la Unión para el desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte, deberán tener como mínimo una carga por eje admisible de 22,5 t y una velocidad de la línea de 100 km/h.

En general las líneas con explotación en ancho mixto (dotadas con traviesa para apoyo de tres carriles y la posibilidad de hacer circular mercancías), tanto en la vía con ancho de 1668 mm, como en la de 1435 mm, no superarán una velocidad de 160 km/h y una carga por eje de 22,5 t.

En caso de que se proyecte superar la velocidad de 160 km/h o la carga por eje de 22,5 t, se exigirá un estudio específico de los conjuntos, elementos y componentes de la superestructura de vía, que garantice la seguridad de la circulación ferroviaria y el mantenimiento sostenible de los estándares de calidad de la línea.

Los aparatos de vía deberán verificar lo indicado en el apartado 4.1.3.

4.1.2.2. Gálibo

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.3.1 y 7.7.15.1 de la ETI de infraestructura:

Los gálibos de implantación de obstáculos a respetar en las partes altas son los indicados en el cuadro 4.1.2.2.a.

Nota: La parte alta del gálibo se corresponde con los puntos del contorno de referencia situados a una altura superior a 0,40 m respecto el plano de rodadura.

Cuadro 4.1.2.2.a: Gálibo de implantación de obstáculos en partes altas.

Ancho	Galibo uniforme de implantación de obstáculos			Gálibo en situaciones excepcionales		
	1435 mm	1668 mm	Ancho mixto (tres carriles) ⁽⁸⁾	1435 mm	1668 mm	Ancho mixto (tres carriles)
Líneas nuevas	GC	GEC16	GEC16+GC	(4) (5)		(8)
Líneas acondicionadas	GC GB ⁽¹⁾	GEC16 GEB16 ⁽²⁾	GEC16+GC GEC16+GB ⁽³⁾ GEB16+GC ⁽³⁾ GEB16+GB ⁽³⁾	(6)	(7)	

⁽¹⁾ Cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo GC.

- (2) Cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo GEC16.
- (3) Cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo GEC16+GC.
- (4) Cuando para algún tramo de línea exista un itinerario alternativo que cumpla el gálibo uniforme de implantación de obstáculos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo.
- (5) Cuando para algún tramo de línea no exista itinerario alternativo que cumpla el gálibo uniforme de implantación de obstáculos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo nominal de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo.
- (6) La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con un gálibo mayor o igual al gálibo límite de implantación de obstáculos GB, calculado con las características del tramo.
- (7) La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar excepcionalmente, por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con el gálibo existente GHE16.
- (8) Gálibo envolvente definido por la combinación del gálibo considerado en cada ancho, teniendo en cuenta la posición del tercer carril.

El gálibo de partes bajas será el indicado en el cuadro 4.1.2.2.b.

Nota: La parte baja del gálibo se corresponde con los puntos del contorno de referencia situados a una altura igual o inferior a 0,40 m respecto el plano de rodadura.

Cuadro 4.1.2.2.b: Gálibo de implantación de obstáculos en partes bajas.

Tipo de línea	Ancho de vía (mm)	
	1435	1668
Apta para transporte mediante autopista ferroviaria ⁽¹⁾	GI3	GEI3
No apta para transporte mediante autopista ferroviaria	GI2	GEI2

- (1) El gálibo de partes bajas apto para la autopista ferroviaria se establecerá en los nuevos corredores de mercancías y tráfico mixto, así como en aquellos acondicionamientos de corredores existentes que determine la Autoridad Ferroviaria. En el caso de líneas acondicionadas, la implementación de dicho gálibo deberá ir precedida de un estudio de viabilidad técnica y económica.

Las vías de las estaciones de clasificación se diseñarán para un gálibo GI2 en las líneas con ancho de vía nominal 1435 mm y para un GEI2 en las líneas con ancho de vía nominal 1668 mm, salvo donde existan frenos de vía,

donde se adoptará el gálibo GI1 en las líneas con ancho de vía nominal 1435 mm y el GEI1 en las líneas con ancho de vía nominal 1668 mm.

En las líneas de ancho mixto el gálibo de partes bajas será una envolvente del gálibo considerado en cada ancho.

Los gálibos son los definidos en la Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Ferroviaria de Gálibos.

4.1.2.3. Longitud útil de andén y longitud permitida del tren

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1(7) de la ETI de infraestructura:

La longitud útil de andén requerida para cada código de tráfico es la indicada en el cuadro 4.1.2.3.a.

Cuadro 4.1.2.3.a: Longitud útil de andén.

Código de tráfico	Longitud útil de andén (m)
P1	410
P2	210-410
P3	210-410
P4	210-410
P5	50-210

La longitud permitida del tren requerida para cada código de tráfico es la indicada en el cuadro 4.1.2.3.b.

Cuadro 4.1.2.3.b: Longitud permitida del tren.

Código de tráfico	Longitud permitida del tren (m) ⁽¹⁾	
	Líneas nuevas	Líneas acondicionadas
F1	750 ⁽²⁾ - 1050	750 - 1050
F2		600 ⁽³⁾ - 1050
F3		500 ⁽³⁾ - 1050

⁽¹⁾ De acuerdo con lo indicado en el apartado 4.1.2, la longitud permitida de tren a considerar durante el proyecto puede ser inferior a la establecida en este cuadro cuando esté debidamente justificado por restricciones de tipo geográfico, urbanístico o medioambiental, si bien para ello se requerirá la tramitación de una autorización expresa por parte de la Autoridad Ferroviaria.

- (2) En el caso de las líneas nuevas de mercancías y tráfico mixto, se tendrán en cuenta las restricciones de los sistemas de señalización que esté previsto instalar en la red.
- (3) En el acondicionamiento de líneas en que así se establezca, por la planificación de la Autoridad Ferroviaria, se deberán permitir longitudes de tren de 750 m.

4.1.3. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura

De entre los parámetros funcionales y técnicos, los que caracterizan el subsistema de infraestructura, agrupados de acuerdo con los aspectos relacionados en el apartado 2.2, son:

A. Trazado de las líneas ferroviarias.

- Gálibo de implantación de obstáculos, (4.1.4.1.1).
- Distancia entre ejes de vía, (4.1.4.1.2).
- Pendientes máximas y mínimas, (4.1.4.1.3).
- Radio mínimo de las alineaciones circulares (R), (4.1.4.1.4).
- Radio mínimo de los acuerdos verticales (R_v), (4.1.4.1.5).

B. Parámetros de vía.

- Ancho de vía, (4.1.4.2.1).
- Peralte (D), (4.1.4.2.2).
- Variación del peralte en función del tiempo, (4.1.4.2.3).
- Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (4.1.4.2.4).
- Aceleración por insuficiencia de peralte, (4.1.4.2.5).
- Variación de la aceleración por insuficiencia peralte en función del tiempo (da/dt), (4.1.4.2.6).
- Aceleración por exceso de peralte (a_E), (4.1.4.2.7).
- Conicidad equivalente, (4.1.4.2.8).
- Perfil de la cabeza de carril, (4.1.4.2.9).
- Inclinación del carril, (4.1.4.2.10).
- Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante, (4.1.4.2.11).
- Longitud mínima de las alineaciones verticales (L_v), (4.1.4.2.12).

C. Aparatos de vía.

- Dispositivos de encerrojamiento, (4.1.4.3.1).

- Uso de corazones de punta móvil, (4.1.4.3.2).
- Geometría de diseño de los aparatos de vía, (4.1.4.3.3).
- Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija, (4.1.4.3.4).

D. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas.

- Resistencia de la vía frente a cargas verticales, (4.1.4.4.1).
- Resistencia longitudinal de la vía, (4.1.4.4.2).
- Resistencia transversal de la vía, (4.1.4.4.3).

E. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico.

- Cargas verticales, (4.1.4.5.1).
- Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales, (4.1.4.5.2).
- Fuerzas centrífugas, (4.1.4.5.3).
- Fuerzas de lazo, (4.1.4.5.4).
- Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales), (4.1.4.5.5).
- Alabeo del tablero y alabeo total, (4.1.4.5.6).
- Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno, (4.1.4.5.7).
- Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos, (4.1.4.5.8).
- Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico, (4.1.4.5.9).

F. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados.

- Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados, (4.1.4.6).

G. Andenes.

- Acceso al andén, (4.1.4.7.1).
- Longitud útil de andén, (4.1.4.7.2).
- Anchura y borde de los andenes, (4.1.4.7.3).
- Extremos de los andenes, (4.1.4.7.4).
- Altura de andén, (4.1.4.7.5).
- Separación de andén, (4.1.4.7.6).
- Cruces de vía en andenes para viajeros, (4.1.4.7.7).

H. Salud, seguridad y medio ambiente.

- Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación, (4.1.4.8.1).
- Resistencia eléctrica de la vía, (4.1.4.8.2).
- Efecto de los vientos transversales, (4.1.4.8.3).
- Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas, (4.1.4.8.4).
- Evacuación fuera de los túneles, (4.1.4.8.5).
- Levante de balasto, (4.1.4.8.6).
- Detectores de cajas de grasa calientes, (4.1.4.8.7).

I. Seguridad en los túneles ferroviarios.

- Efecto pistón en las estaciones subterráneas, (4.1.4.9.1).
- Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión, (4.1.4.9.2).
- Sección transversal del túnel, (4.1.4.9.3).
- Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas, (4.1.4.9.4).
- Protección y seguridad contra incendios, (4.1.4.9.5).
- Rutas de evacuación hacia zonas seguras, (4.1.4.9.6).
- Zonas seguras y acceso a las mismas, (4.1.4.9.7).
- Pasillos de evacuación en túneles, (4.1.4.9.8).
- Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación, (4.1.4.9.9).
- Señalización de la evacuación, (4.1.4.9.10).
- Comunicación de emergencia, (4.1.4.9.11).
- Acceso para los servicios de intervención en emergencias, (4.1.4.9.12).
- Puntos de evacuación y rescate, (4.1.4.9.13).
- Zonas de rescate fuera del túnel, (4.1.4.9.14).
- Suministro de agua, (4.1.4.9.15).
- Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias, (4.1.4.9.16).
- Fiabilidad de las instalaciones eléctricas, (4.1.4.9.17).
- Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores, (4.1.4.9.18).

J. Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario.

- Marcadores de localización, (4.1.4.10.1).
- Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad, (4.1.4.10.2).
- Toperas, (4.1.4.10.3).

K. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes.

- Instalaciones de cambio de ancho, (4.1.4.11.1).
- Descarga de aseos, (4.1.4.11.2).
- Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes, (4.1.4.11.3).

- Aprovisionamiento de agua, (4.1.4.11.4).
- Repostaje de combustible, (4.1.4.11.5).
- Tomas de corriente eléctrica, (4.1.4.11.6).

4.1.4. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura

Estos requisitos se describen en los apartados siguientes, junto con aquellas condiciones particulares que se pueden admitir en cada caso para los parámetros y las interfaces afectados.

Los valores especificados de los parámetros funcionales y técnicos sólo son válidos hasta una velocidad máxima de la línea de 350 km/h.

En el caso de vía con tres carriles, los requisitos de la presente Instrucción deben aplicarse de forma independiente para el ancho 1435 mm y el ancho 1668 mm, teniendo en cuenta el sucesivo posicionamiento del tercer carril. Los requisitos del subsistema están descritos para condiciones normales de servicio. En el apartado 4.3.1 del presente libro se abordan las consecuencias, si las hubiera, de la ejecución de obras que puedan requerir exenciones temporales en lo tocante a las prestaciones del subsistema.

En el caso de que se mejoren los niveles de prestaciones de trenes mediante la pendulación de cajas, se permiten condiciones especiales para la circulación de dichos trenes, siempre que no entrañen limitaciones a otros trenes no equipados con dichos sistemas.

La presente Instrucción define los siguientes umbrales para los valores de los parámetros de trazado:

- Valores límite de referencia:

Son los valores límite a utilizar como referencia en los proyectos de líneas nuevas y de variantes de trazado. Son valores que proporcionan gran confortabilidad a los viajeros y esfuerzos contenidos en vía y, por tanto, se deben emplear siempre que no existan condicionantes que justifiquen el uso de valores límites normales.

- Valores límite normales:

Son los valores límite a aplicar en proyectos de líneas nuevas y variantes de trazado, previa justificación mediante informe de las razones que lo motivan y validación por parte del administrador de infraestructuras.

En el resto de actuaciones que se lleven a cabo en líneas existentes se deben considerar los límites normales que, en general, mantendrán las

condiciones de confortabilidad y esfuerzos en vía en valores idénticos a los actuales, así como las velocidades máximas de explotación de la red.

Estos valores serán los valores límite a emplear en líneas en servicio, siempre que no existan condicionantes que justifiquen el uso de valores límites excepcionales.

- Valores límite excepcionales:

Su empleo debe corresponder a situaciones muy excepcionales.

Generalmente serán empleados para líneas en explotación en las que ya se cumplan esos valores.

Podrán ser empleados en líneas nuevas y variantes de trazado de manera excepcional previa justificación mediante informe de las razones que lo motivan, y con la aprobación expresa del administrador de infraestructuras así como de la Autoridad Ferroviaria.

En actuaciones sobre líneas en explotación los parámetros existentes en cada una de las alineaciones previas a la actuación serán respetados como límite, siempre que cumplan con el límite excepcional. Para aquellas actuaciones en las que se produzca un empeoramiento del trazado con respecto a la situación existente, se requerirá informe y aprobación en las condiciones establecidas en el párrafo anterior.

Se deberá evitar el uso de valores límite excepcionales, para varios parámetros en el mismo lugar. En el anexo J se indican las limitaciones y riesgos asociados a la utilización de los valores límite excepcionales.

Los valores límite excepcionales de los parámetros de trazado no son aceptables más que para ciertos tipos particulares de vehículos, e incluso en este caso implicarían niveles de confort más bajos y costes de mantenimiento más elevados.

4.1.4.1. Trazado de las líneas

Para poder comprobar si los parámetros de las distintas alineaciones y rasantes de un trazado están comprendidos dentro de los valores límite admisibles, previamente será necesario determinar la velocidad máxima de trayecto en cada tramo de la línea.

En el proyecto de líneas de nuevo trazado será necesario elaborar siempre un diagrama de velocidades para determinar la velocidad máxima de trayecto a considerar en cada alineación o rasante.

Además, este diagrama de velocidades permitirá estudiar la sucesión de alineaciones en planta para que los cambios de velocidad se hagan

gradualmente, y analizar adecuadamente el efecto de las rampas sobre la velocidad.

4.1.4.1.1. Gálbo de implantación de obstáculos

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.3.1 y 7.7.15.1 de la ETI de infraestructura:

En general, el gálbo de implantación de obstáculos a respetar será el gálbo uniforme de implantación de obstáculos definido en el apartado 4.1.2.2 del presente libro.

En situaciones excepcionales, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar en determinados tramos o secciones de la línea un gálbo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido con los parámetros de trazado correspondientes a ese tramo o sección.

La Autoridad Ferroviaria podrá determinar, mediante resolución, gálbos superiores a los definidos en el cuadro 4.1.2.2.a en aquellos corredores donde sea preciso para permitir determinados tipos de tráfico.

Cuando las actuaciones en líneas existentes supongan la implantación o modificación de la ubicación de elementos aledaños a la vía (por ejemplo, estructuras, instalaciones de electrificación y de seguridad y comunicaciones), se realizarán respetando el gálbo de implantación de obstáculos definido en el cuadro 4.1.2.2.a para líneas acondicionadas.

En las líneas existentes en que se varíe el ancho de vía nominal de 1668 mm a 1435 mm, con descentramiento del eje de la vía, se deberá respetar como mínimo el gálbo límite de implantación de obstáculos calculado a partir de las características de la línea.

Los cálculos para el gálbo de implantación de obstáculos se efectuarán conforme a lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálbos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Cuando se instale electrificación aérea, se calculará tanto el gálbo mecánico como eléctrico del pantógrafo, conforme lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálbos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

4.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.3.2 y 7.7.15.2 de la ETI de infraestructura:

Líneas nuevas

La distancia horizontal entre ejes de vía en líneas de nueva construcción, tanto para ancho de vía de 1668 mm, como de 1435 mm, se fijará de acuerdo con la velocidad de trayecto. En el cuadro 4.1.4.1.2.a se definen los valores normales.

Cuadro 4.1.4.1.2.a: Distancia entre ejes de vía (valores normales).

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Distancia entre ejes de vía (mm)
$V \leq 140$	3808
$140 < V \leq 200$	4000
$200 < V < 250$	4300
$250 \leq V \leq 350$	4700

Nota: Cuando la velocidad sea diferente en ambas vías, se aplicarán los valores de la tabla correspondientes a la velocidad más alta.

Los valores dados en el cuadro anterior son mínimos. En líneas de altas prestaciones con tráfico mixto se adoptarán las medidas operacionales que sean necesarias para garantizar la seguridad en la circulación, tales como las definidas en el apartado 4.1.4.8.3 del presente libro en el caso de vientos laterales, así como las debidas condiciones de estiba para evitar desplazamientos de la carga.

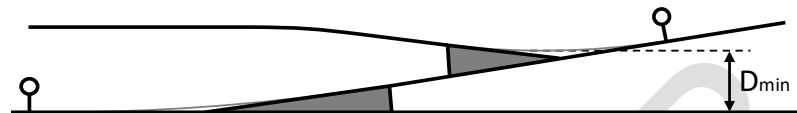
En casos excepcionales debidamente justificados, la distancia entre ejes de vía podrá definirse de acuerdo con el cuadro 4.1.4.1.2.b, siendo necesario para este caso realizar un estudio específico que determine el valor mínimo necesario del entreje, en función de las condiciones de explotación.

Cuadro 4.1.4.1.2.b: Distancia entre ejes de vía (valores excepcionales).

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Distancia entre ejes de vía (mm)
$V \leq 160$	3808
$160 < V \leq 200$	3808 (ancho de vía 1435 mm)
	3920 (ancho de vía 1668 mm, o una vía con ancho de vía 1435 mm y la otra con ancho de vía 1668 mm)
$200 < V < 250$	4000
$250 \leq V \leq 300$	4300
$300 < V \leq 350$	4500

En apartaderos, la distancia mínima entre el punto más desfavorable del eje de la vía mango de las vías de apartado (D_{min}) respecto del eje de la vía general más próxima (teniendo en cuenta en su caso el eje real de la vía desviada por el aparato), será la definida en el cuadro 4.1.4.1.2.b, tomando como referencia la velocidad de la vía general dado que las velocidades de las circulaciones por la vía mango, en estas situaciones, son reducidas.

Figura 4.1.4.1.2: Distancia mínima entre el eje de la vía mango y la vía general.



En el caso de vías con diferente peralte será necesario comprobar que se verifica el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En tramos de línea con ancho de vía nominal de 1668 mm, radio mayor o igual a 250 m, y en que se presenten valores de peralte superiores a 160 mm e insuficiencia de peralte igual a 175 mm será necesario comprobar que se verifica el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio). Esta comprobación se llevará a cabo igualmente, con independencia del ancho de vía nominal, en el caso de vías con el mismo peralte y radio inferior a 250 m.

En el caso de que la velocidad sea igual o inferior a 120 km/h se admitirá una distancia entre ejes de vía inferior a 3808 mm, siempre y cuando se demuestre la seguridad de la circulación de los trenes, comprobando que se cumple al menos el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Líneas acondicionadas

La distancia mínima entre ejes de vía, tanto para ancho de vía de 1668 mm, como de 1435 mm, será de 3808 mm.

En el caso de vías con diferente peralte será necesario comprobar que se verifica el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En tramos de línea con ancho de vía nominal de 1668 mm, radio mayor o igual a 250 m, y en que se presenten valores de peralte superiores a 160 mm e insuficiencia de peralte igual a 175 mm será necesario comprobar que se verifica el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio). Esta comprobación se llevará a cabo

igualmente, con independencia del ancho de vía nominal, en el caso de vías con el mismo peralte y radio inferior a 250 m.

En el caso de que la velocidad sea igual o inferior a 120 km/h se admitirá una distancia entre ejes de vía inferior a 3808 mm, siempre y cuando se demuestre la seguridad de la circulación de los trenes, comprobando que se cumple al menos el entreeje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

4.1.4.1.3. Pendientes máximas y mínimas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.3 de la ETI de infraestructura:

a) Pendientes máximas

Líneas nuevas

Las rampas y pendientes máximas admisibles se recogen en el cuadro 4.1.4.1.3:

Cuadro 4.1.4.1.3: Pendientes máximas de diseño en líneas nuevas.

Tipo de vías		Pendientes máximas de diseño (milésimas)		
		Referencia	Normal	Excepcional
Vías fuera del dominio de las estaciones	Tráfico exclusivo de viajeros	25	30 ⁽¹⁾	35 ^{(1) (2)}
Vías generales	Tráfico mixto y de mercancías ⁽³⁾	12,5	15 ⁽⁴⁾	18 (F1) ⁽⁵⁾ 20 (F2-F3) ⁽⁵⁾
P.A.E.T., vías para estacionamiento prolongado de trenes, o en las que se enganchen o desenganchen vehículos de forma habitual		2	2,5	⁽⁶⁾
Vías de maniobra protegidas con mangos de seguridad no destinadas al estacionamiento de trenes		5		⁽⁷⁾
P.A.T., vías destinadas exclusivamente a regulación de la circulación (cruces, adelantamientos), subida/bajada de viajeros, sin previsión de estacionamientos prolongados ni		10		Misma rampa admitida en las vías fuera del dominio de

enganche y desenganche de vehículos		las estaciones para el tramo en el que se ubica la instalación
-------------------------------------	--	--

- (1) La pendiente de 30 milésimas está permitida de manera continua en una longitud máxima de 3 km. Para líneas nuevas de alta velocidad y tráfico exclusivo de viajeros, la diferencia de cota entre dos puntos cualesquiera del perfil longitudinal separados 10 km no será, en ningún caso, superior a 250 metros (perfil medio móvil ≤ 25 milésimas en 10 km).
- (2) Se permitirá de forma puntual, en ámbito urbano o con condicionantes de trazado restrictivos que necesiten mayores rampas, siempre que se trate de longitudes inferiores a 6 km.
- (3) En vías con tráfico de mercancías con sentido de circulación predeterminado y con rasante descendente, podrán admitirse pendientes superiores a las indicadas en la tabla siempre que se elabore un estudio de frenado que demuestre la viabilidad de la solución.
- (4) Cuando los condicionantes de trazado (orográficos o de otra índole) no permitan adoptar una rampa de 12,5 mm/m, siempre y cuando se realice un estudio justificativo de que las pendientes, en la longitud propuesta, en la hipótesis más desfavorable de los tráficos de mercancías previsibles en la línea, no suponen perjuicios significativos para la explotación de la línea.
- (5) Pendiente excepcional adoptada, previa aprobación expresa de la Autoridad Ferroviaria, en los siguientes supuestos:
- Cuando las pendientes a adoptar sean superiores a 15 milésimas, pero no superen las existentes en el itinerario utilizado por el tráfico de mercancías en el momento del diseño de la línea, en su caso. Para ello se deberá realizar un estudio justificativo de que las pendientes, en la longitud propuesta, en la hipótesis más desfavorable de los tráficos de mercancías previsibles en la línea, no suponen perjuicios significativos para la explotación de la línea.
 - Cuando, como resultado de los estudios que se indican a continuación, se opte por mantener, total o parcialmente, un trazado existente alternativo para el tráfico de mercancías. En este caso se realizarán previamente los siguientes estudios justificativos:
 - Estimación económica de las actuaciones complementarias a realizar en el trazado existente alternativo, para mantenerlo en servicio y mejorar su explotación para el tráfico de mercancías.
 - Estudio económico comparativo entre la opción de un único nuevo trazado apto para tráfico de viajeros y de mercancías que cumpla las limitaciones de pendiente anteriores y la opción de mantener en servicio la línea actual para mercancías y construir un nuevo trazado para viajeros con pendientes superiores. El estudio incluirá, además de los costes de

primera implantación de la infraestructura y de adecuación de la línea existente, los costes de mantenimiento y de explotación, así como las repercusiones a las empresas ferroviarias durante un periodo significativo de la vida útil de la obra.

- En elementos puntuales, ubicados en ámbito urbano o con condicionantes ambientales restrictivos, que necesiten mayores pendientes, siempre que se trate de longitudes muy reducidas.

⁽⁶⁾ En vías destinadas al estacionamiento de trenes, sin andenes, pueden adoptarse pendientes superiores siempre que se establezcan las disposiciones concretas que impidan el desplazamiento del material rodante.

⁽⁷⁾ Valor a determinar en fase de diseño condicionada a la capacidad de tracción de los medios de maniobra a utilizar.

Líneas acondicionadas

No se especifican valores de las pendientes para las líneas acondicionadas, ya que las rampas se determinan a partir de la situación que presente la línea considerada.

En el caso de líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para el diseño de variantes, las pendientes a adoptar no serán superiores a las pendientes del corredor en que se ubican. En la medida de lo posible, se utilizarán los parámetros antes citados para líneas nuevas, previo análisis de la viabilidad de la aplicación de estos parámetros en la totalidad del corredor.
- Si como resultado de este análisis, se concluyera la inviabilidad del diseño con estos parámetros, deberán analizarse las repercusiones que tendría un aumento de las pendientes, teniendo en cuenta las características límite de tracción y frenado del material rodante, establecidas en la normativa nacional de material rodante. En este caso, la Autoridad Ferroviaria deberá autorizar la correspondiente excepción motivada.

b) Pendientes mínimas

La pendiente mínima en túneles se define en el apartado 4.1.4.9 del presente libro.

La pendiente mínima en tramos en desmonte será aquella que garantice un drenaje por gravedad con pendiente longitudinal no inferior a 5 mm/m.

4.1.4.1.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares, (*R*)

a) En vía general

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.4 de la ETI de infraestructura:

Líneas de tráfico exclusivo de viajeros

Al proyectar las líneas de tráfico exclusivo de viajeros, el radio de curva mínimo de las vías será tal que, para el peralte prescrito en la curva considerada, la insuficiencia de peralte no rebase, a la velocidad máxima de trayecto, los valores indicados en el apartado 4.1.4.2.5 (aceleración por insuficiencia de peralte).

Líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto

Al proyectar las líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto, el radio de curva mínimo de las vías será tal que, a la velocidad máxima de trayecto con el peralte prescrito, los valores de aceleración por insuficiencia de peralte (apartado 4.1.4.2.5) no se superan.

Además, se comprobará que, con el radio de diseño, a la velocidad mínima considerada, no se supera la aceleración por exceso de peralte (apartado 4.1.4.2.7) en ningún caso.

Todas las categorías de línea

El radio de alineaciones circulares no será inferior al indicado en el cuadro 4.1.4.1.4.

Cuadro 4.1.4.1.4: Valores límite de diseño del radio mínimo de alineaciones circulares.

Radio mínimo de alineación circular (m)		
Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
250	190	150

Las contracurvas (que no se encuentren en estaciones de clasificación donde los vagones se separen de uno en uno) con radios comprendidos entre 150 m y 360 m, se proyectarán de acuerdo con lo indicado en el anexo I, para impedir el encaballamiento o bloqueo de los topes. No será necesario disponer un tramo de vía recta intermedia cuando el radio de ambas curvas sea mayor o igual a 220 m.

Cuando se combinen curvas horizontales con variaciones bruscas de curvatura será de aplicación el anexo I.

b) En andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.4 de la ETI de infraestructura:

No será obligatorio el cumplimiento de este requisito en los andenes existentes cuando para alcanzar la conformidad se precisen alteraciones estructurales de cualquier elemento portante.

Estaciones de nuevo diseño

Las vías adyacentes a andenes serán preferiblemente rectas y no podrán tener en ningún punto un radio inferior a 500 m. En casos excepcionales debidamente justificados, podrán admitirse radios no inferiores a 300 m.

Estaciones existentes

Las vías adyacentes a andenes serán preferiblemente rectas y no podrán tener en ningún punto un radio mínimo normal inferior a 300 m y excepcional inferior a 200 m.

4.1.4.1.5. Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.5 de la ETI de infraestructura:

a) En plena vía

En plena vía, se deberán prever acuerdos verticales cuando la diferencia entre las dos pendientes sea superior a:

- 2 mm/m para velocidades hasta 230 km/h.
- 1 mm/m para velocidades superiores a 230 km/h.

El radio de los acuerdos verticales deberá cumplir con unos valores que limitan la aceleración vertical en el paso por estas alineaciones, mediante la expresión:

$$R_{v,\text{lim}} = \frac{V_{\text{máx}}^2}{12,96 \cdot a_v} \leq R_v$$

siendo:

R_v : Radio del acuerdo vertical, (m).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

a_v : Aceleración vertical, (m/s²).

Además, de este criterio dinámico, el radio del acuerdo vertical deberá cumplir con los límites absolutos de implantación definidos en el cuadro 4.1.4.1.5.a1.

El radio mínimo de acuerdo vertical con estas limitaciones queda definido en el cuadro 4.1.4.1.5.a1.

Cuadro 4.1.4.1.5.a1: Radio mínimo en acuerdos verticales, en plena vía.

	Radio mínimo en acuerdos verticales (m)			
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	
			Convexos	Cóncavos
Velocidad máxima de trayecto (km/h)	mínimo 2.000 m		mínimo 500 m	mínimo 900 m
V < 220	0,35 · V ²	0,25 · V ²	0,15 · V ²	0,13 · V ²
V ≥ 220		0,175 · V ²		

A título informativo, las fórmulas del cuadro 4.1.4.1.5.a1 corresponden aproximadamente a las aceleraciones verticales máximas (a_v) definidas en el cuadro 4.1.4.1.5.a2.

Cuadro 4.1.4.1.5.a2: Aceleración vertical máxima en acuerdos verticales, en plena vía.

Aceleración vertical máxima a_v en acuerdos verticales (m/s²)			
Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	
		Convexos	Cóncavos
0,22	0,3	0,35	0,40

b) En aparatos de vía

Los aparatos de vía se podrán ubicar en acuerdos verticales de los radios indicados en el cuadro 4.1.4.1.5.b. En líneas nuevas se evitará esta solución, siempre que sea viable. Del mismo modo, en renovaciones de vía, se procurará mejorar la ubicación de los desvíos en alzado, siempre que sea viable.

Cuadro 4.1.4.1.5.b: Radio mínimo en acuerdos verticales, con aparatos de vía.

	Radio mínimo para ubicación de aparatos de vía (m)		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
Acuerdos convexos	∞	5.000	2.000
Acuerdos cóncavos	∞	3.000	2.000

4.1.4.2. Parámetros de vía

4.1.4.2.1. Ancho de vía

a) Ancho de vía nominal

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.1 de la ETI de infraestructura:

El ancho de vía nominal de las vías con tres carriles será de 1435 mm y de 1668 mm.

b) Ancho de vía en curvas de radio reducido

Las curvas deberán tener los anchos reflejados en el cuadro 4.1.4.2.1:

Cuadro 4.1.4.2.1: Ancho en curvas de radio reducido.

Radio (m)	Ancho de vía (mm)	
	1668	1435
$R \geq 250$	1668	1435
$250 > R \geq 200$	1673	1435
$200 > R \geq 150$	1678	1440

El ancho de vía reflejado en el cuadro 4.1.4.2.1 es un valor mínimo, que podrá incrementarse hasta en 5 mm si los componentes de vía disponibles para su incremento (traviesa, placa acodada, etc.) no permitieran obtener el valor exacto de la tabla.

En el caso de desvíos para curvas de radio equivalente de la vía desviada inferior a 250 m, el sobreancho a aplicar tanto en ancho estándar como ibérico será de 10 mm.

4.1.4.2.2. Peralte, (D)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.2 de la ETI de infraestructura:

Además de expresar el peralte en mm, se admitirá también la posibilidad de medirlo mediante la inclinación del plano de rodadura respecto de la horizontal, expresado en %.

a) En plena vía

Los límites para el peralte de diseño se recogen en el cuadro 4.1.4.2.2.a.

Cuadro 4.1.4.2.2.a: Valores límite para el peralte de diseño en plena vía, D_{lim} (mm).

	Peralte (mm)		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
Ancho 1668 mm	150	160	180 ^{(1) (2)}
Ancho 1435 mm	140	160	180 ^{(1) (2)}

⁽¹⁾ Los gálibos uniformes definidos en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio) no son aplicables para peraltes superiores a 160 mm.

⁽²⁾ Únicamente podrá superarse el valor límite normal del peralte, sin superar el valor límite excepcional, en líneas existentes que dispongan de un armamento de vía de altas prestaciones (vía en balasto con carril en barra larga soldada (BLS), traviesa monobloque de hormigón y balasto tipo 1 de acuerdo con la Orden FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los capítulos: 6.-Balasto y 7.-Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF), y de una plataforma con comportamiento satisfactorio a lo largo del tiempo o con capas de asiento de espesores conocidos y debidamente calculados.

En alineaciones circulares con radio inferior a 320 m, el peralte máximo excepcional estará limitado al valor dado por la fórmula siguiente:

$$D \leq (R-50)/1,5 \quad \text{en ancho de vía nominal 1435 mm.}^{(1)}$$

En alineaciones circulares con radio inferior a 250 m, el peralte máximo excepcional estará limitado al valor dado por la fórmula siguiente:

$$D \leq 0,9 \cdot (R-50) \quad \text{en ancho de vía nominal 1668 mm.}^{(1)}$$

siendo:

D: Peralte, (mm).

R: Radio de la alineación circular, (m).

Nota⁽¹⁾: En renovaciones de vía se podrá exceder el peralte máximo excepcional en función del radio, siempre y cuando se tomen otras medidas para garantizar la seguridad, como por ejemplo, la instalación de contracarriles o un sistema de lubricación del carril.

b) En aparatos de vía

Salvo casos excepcionales debidamente justificados, en el diseño se evitará la instalación de aparatos de vía en vías peraltadas. No se

aceptarán desvíos peraltados en curvas de transición en líneas nuevas o en variantes. En el caso de alineaciones circulares la instalación de este tipo de desvíos peraltados se restringirá a situaciones concretas, en cuyo caso deberá ser justificada.

Los límites para el peralte de diseño se recogen en el cuadro 4.1.4.2.2.b.

Cuadro 4.1.4.2.2.b: Valores límite para el peralte de diseño en aparatos de vía, D_{lim} (mm).

	Peralte en aparatos de vía (mm)			
	Límite de Referencia	Límite normal	Límite excepcional	
			Desvíos convergentes	Desvíos divergentes
Ancho 1668 mm	0	115	160	130
Ancho 1435 mm	0	100	140	115

c) En andenes

El peralte de diseño en vías adyacentes a los andenes de estación será tan reducido como sea posible, no superando en ningún caso los límites recogidos en el cuadro 4.1.4.2.2.c. En el caso de líneas nuevas y variantes, en vías con andén donde todos los trenes de viajeros tengan prescrita parada, el peralte será nulo. Igualmente, en aquellas vías con andén donde predominen los trenes con parada u operen trenes de cercanías, no se dispondrá peralte en la zona de andén.

Cuadro 4.1.4.2.2.c: Valores límite para el peralte de diseño en vías adyacentes a los andenes, D_{lim} (mm).

	Peralte en vías adyacentes a los andenes (mm)		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
Ancho 1668 mm	0	70	125
Ancho 1435 mm	0	60	110

4.1.4.2.3. Variación del peralte en función del tiempo, (dD/dt) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La variación del peralte con respecto al tiempo deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D \cdot V}{3,6 \cdot L_D} \leq \left(\frac{dD}{dt} \right)_{\text{lim}}$$

siendo:

dD/dt : Variación del peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

ΔD : Variación del peralte, (mm).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_D : Longitud de desarrollo del peralte, (m).

La variación del peralte en función del tiempo, calculada a la velocidad máxima permitida para trenes que no estén equipados con un sistema de compensación de la insuficiencia de peralte, se limitará a los valores recogidos en el cuadro 4.1.4.2.3.1.

Cuadro 4.1.4.2.3.1: Valores límite de la variación del peralte en función del tiempo, $(dD/dt)_{\text{lim}}$.

	Variación del peralte en función del tiempo (mm/s)		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
Ancho 1668 mm	58	58	69
Ancho 1435 mm	50	50	60

4.1.4.2.4. Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (dD/ds) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La variación del peralte con respecto a la longitud deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_D} \leq \left(\frac{dD}{ds} \right)_{\text{lim}}$$

siendo:

dD/ds : Variación del peralte con respecto a la longitud, (mm/m).

ΔD : Variación del peralte, (mm).

L_D : Longitud de desarrollo del peralte, (m).

Para la definición de los límites se plantean dos tramos de velocidad, el primero será de aplicación en zonas de estación o zonas complejas, mientras que el segundo se aplicará al resto de actuaciones. Los límites de la rampa de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.4.

Cuadro 4.1.4.2.4: Valores límite de la rampa de peralte, $(dD/ds)_{lim}$.

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Rampa de peralte (mm/m)					
	Ancho 1435 mm			Ancho 1668 mm		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 50$	1,85	2,50	3,00	2,15	2,65	3,35
$50 < V \leq 350$	1,00	2,00	2,50	1,15	2,30	2,65

4.1.4.2.5. Aceleración por insuficiencia de peralte

- a) Aceleración por insuficiencia de peralte en plena vía y en vía directa a través de aparatos de vía, (a_i).

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.3 de la ETI de infraestructura:

La aceleración por insuficiencia de peralte se denomina también aceleración no compensada y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$a_i = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - g \frac{D}{L} \leq a_{i,lim}$$

siendo:

- a_i : Aceleración no compensada, (m/s²)
- V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).
- R : Radio de la alineación circular, (m).
- g : Aceleración de la gravedad (m/s²)
- D : Peralte de la curva (mm)
- L : Distancia entre los círculos de rodadura (mm).

Los límites para la aceleración por insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.5.a1.

Cuadro 4.1.4.2.5.a1: Valores límite de la aceleración por insuficiencia de peralte, $a_{i,lim}$

Aceleración por insuficiencia de peralte (m/s ²)			
Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 230$	0,65	1,00	1,00
$230 < V \leq 300$	0,52	0,85	1,00
$300 < V \leq 350$	0,39	0,52	0,65

Los correspondientes límites en términos de insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.5.a2.

Cuadro 4.1.4.2.5.a2: Valores límite de la insuficiencia de peralte

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Insuficiencia de peralte (mm) ^{(1) (3)}					
	Ancho 1435 mm			Ancho 1668 mm		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 230$	100	153 ⁽²⁾	153	115	175 ⁽²⁾	175
$230 < V \leq 300$	80	130	153	92	150	175
$300 < V \leq 350$	60	80	100	70	92	115

- (1) En todo caso, se comprobará para trenes de mercancías que el valor de la insuficiencia de peralte es igual o inferior a 130 mm en las vías de ancho 1435 mm y 150 mm en las vías de ancho 1668 mm.
- (2) En caso de líneas de nuevo diseño con tráfico predominante de viajeros se podrán aplicar los valores límites normales como valores límites de referencia, para el rango de velocidades igual o inferiores a 230 km/h.
- (3) Se admite que los trenes diseñados específicamente para circular con mayores aceleraciones por insuficiencia de peralte (autopropulsados con menores cargas por eje; trenes equipados con sistema de compensación de insuficiencia de peralte) puedan hacerlo en dichas condiciones, siempre que se demuestre que se puede conseguir de forma segura la integración del tren en la infraestructura.

- b) Variación brusca de la insuficiencia de peralte en plena vía y en vía desviada de los aparatos de vía, (Δl)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.4 de la ETI de infraestructura:

Los límites para la variación brusca de la insuficiencia de peralte para ancho de vía nominal 1435 mm se recogen en el cuadro 4.1.4.2.5.b1.

Cuadro 4.1.4.2.5.b1: Valores límite de la variación brusca de la insuficiencia de peralte para ancho de vía nominal 1435 mm, Δl

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Variación brusca de la insuficiencia de peralte (mm), en ancho de vía nominal 1435 mm		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 60$	80	100	130
$60 < V \leq 200$	40	100	125
$200 < V \leq 230$	30	40	85
$230 < V \leq 350$	0	0	25

Los límites para la variación brusca de la insuficiencia de peralte para ancho de vía nominal 1668 mm se recogen en el cuadro 4.1.4.2.5.b2.

Cuadro 4.1.4.2.5.b2: Valores límite de la variación brusca de la insuficiencia de peralte para ancho de vía nominal 1668 mm, Δl

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Variación brusca de la insuficiencia de peralte (mm), en ancho de vía nominal 1668 mm		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 45$	80	115	150
$45 < V \leq 100$	70	115	115
$100 < V \leq 220$	50	Variación lineal entre los límites (115-50)	Variación lineal entre los límites (115-70)
$220 < V \leq 230$	30	50	70
$230 < V \leq 350$	0	0	0

Tanto para ancho de vía 1435 mm como 1668 mm, los valores límites de referencia serán los utilizados en las vías fuera del dominio de las estaciones y en vías generales de estaciones. Los límites normales serán utilizados como límites de referencia en vías desviadas de estaciones que sean vías de apartado.

4.1.4.2.6. Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte en función del tiempo, (da/dt) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo a lo largo de una curva de transición deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{da_l}{dt} = \frac{\Delta a_l \cdot V}{3,6 \cdot L_k} \leq \left(\frac{da_l}{dt} \right)_{\text{lim}}$$

siendo:

da_l/dt : Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, (m/s^3) .

Δa_l : Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte, (m/s^2) .

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h) .

L_k : Longitud de la curva de transición, (m) .

Este parámetro determina la longitud de transición necesaria para garantizar una variación suave de la aceleración por insuficiencia de peralte.

Los límites para la variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo se recogen en el cuadro 4.1.4.2.6.1.

Cuadro 4.1.4.2.6.1: Valores límite de la variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, $(da_t/dt)_{lim}$

Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(da_t/dt)_{lim}$ (m/s³)			
Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 220$	0,36	0,36	0,65
$220 < V \leq 300$	0,36	0,36	0,49
$300 < V \leq 350$	0,20	0,32	0,36

Los correspondientes límites en términos de insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.6.2.

Cuadro 4.1.4.2.6.2: Valores límite de la variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, $(dl/dt)_{lim}$ (mm/s)

Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(dl/dt)_{lim}$ (mm/s)					
	Ancho 1435 mm			Ancho 1668 mm		
	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 220$	55	55	100	63	63	115
$220 < V \leq 300$	55	55	75	63	63	85
$300 < V \leq 350$	30	50	55	34	57	60

El valor límite excepcional podrá ser utilizado, sin necesidad de justificación expresa, en aquellos trazados de estación que no sean vías generales.

4.1.4.2.7. Aceleración por exceso de peralte, (a_e) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Deben estudiarse todas aquellas situaciones en las que por circular un determinado tipo de material rodante a una velocidad inferior a la de diseño,

se produzcan situaciones de exceso de peralte, comprobando que se cumplen los límites establecidos en este apartado. Generalmente estas situaciones se producen por:

- Circulaciones de trenes de mercancías.
- Circulaciones de trenes de viajeros en líneas donde coexistan distintas tipologías de tráfico y de material rodante con distintas velocidades máximas (Media distancia, Cercanías).
- Circulaciones de viajeros y de mercancías que, al aproximarse a una estación o bifurcación, deben reducir velocidad por deber recorrer un itinerario por vía desviada.

Para todas estas circulaciones debe estimarse la velocidad mínima de referencia, que es un dato de partida función de las condiciones de explotación de la línea y del material rodante asociado a los tráficos actuales y previstos a futuro. Debe evitarse una sobreestimación de la velocidad mínima de referencia respecto a la real de circulación, ya que conlleva un exceso de peralte real por encima del de cálculo.

La velocidad deberá tener en cuenta la circulación del tren tipo más restrictiva (tren más lento de circulación habitual), y sin exceder nunca los 100 km/h para los tráficos de mercancías.

Los límites para la aceleración por exceso de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.7.1.

Cuadro 4.1.4.2.7.1: Valores límite de la aceleración por exceso de peralte.

Aceleración por exceso de peralte (m/s²)		
Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
0,59	0,65	0,78

Los correspondientes límites en términos de exceso de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.7.2.

Cuadro 4.1.4.2.7.2: Valores límite de exceso de peralte.

Exceso de peralte (mm)					
Ancho 1435 mm			Ancho 1668 mm		
Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
90	100	120	104	115	138

En el caso de líneas con tráfico mayoritario de viajeros se podrán utilizar los valores límites normales como valores de referencia.

4.1.4.2.8. Conicidad equivalente

a) Valores de diseño de la conicidad equivalente

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.5 de la ETI de infraestructura.

b) Valores en servicio de la conicidad equivalente

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.11.2 de la ETI de infraestructura:

En el caso de que la conicidad equivalente media sobre 100 m cumpla con los valores límite, debe efectuarse una investigación conjunta entre la empresa ferroviaria y el administrador de infraestructuras para averiguar el motivo de la inestabilidad de la marcha y adoptar las medidas específicas para garantizar la seguridad en la circulación.

4.1.4.2.9. Perfil de la cabeza de carril

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.6 de la ETI de infraestructura:

El perfil de la cabeza de carril en aparatos de vía se seleccionará de entre la gama establecida en el anexo A de la norma UNE-EN 13674-1 y el anexo A de la norma UNE-EN 13674-2.

4.1.4.2.10. Inclinación del carril

a) Plena vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.7.1 de la ETI de infraestructura:

La inclinación del carril para un itinerario dado será de 1/20.

Para tramos de plena vía de corta longitud, situados entre aparatos de vía sin inclinación y cuando la velocidad de paso sea menor o igual que 200 km/h, se asume el tendido de carriles sin inclinación en una longitud mínima, a determinar según los criterios siguientes:

- Para $V < 50$ km/h, $L \geq 0,1V$, y $L \geq 4$ m
- Para $50 \leq V \leq 100$ km/h, $L \geq V^2/500$
- Para $V > 100$ km/h, $L \geq 0,25V$

Para los rangos de velocidades indicados, la longitud máxima vendrá dada por las condiciones de contorno, estableciéndose como límite el valor de 50 m para todos los casos.

Se permite una breve transición del carril inclinado al vertical.

b) Aparatos de vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.7.2 de la ETI de infraestructura:

Si el carril está inclinado, la inclinación en los aparatos de vía será la misma que en plena vía.

Se aplicarán transiciones en la inclinación del carril entre la plena vía y los aparatos de vía

Se permite una breve transición del carril inclinado al vertical.

4.1.4.2.11. Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Longitud mínima de las curvas de transición

La longitud mínima de la transición lineal del peralte deberá cumplir las dos siguientes ecuaciones:

$$L_D \geq \Delta D \left(\frac{dD}{ds} \right)_{\text{lim}}^{-1}$$

$$L_D \geq \frac{V}{3,6} \Delta D \left(\frac{dD}{dt} \right)_{\text{lim}}^{-1}$$

siendo:

dD/ds : Variación del peralte respecto a la longitud, (mm/m).

ΔD : Variación del peralte, (mm).

dD/dt : Variación del peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_D : Longitud de la transición del peralte, (m).

La longitud mínima de la curva de transición deberá cumplir la siguiente ecuación:

$$L_K \geq \frac{V}{3,6} \Delta I \left(\frac{dI}{dt} \right)_{lim}^{-1}$$

siendo:

ΔI : Variación de la insuficiencia de peralte, (mm).

dI/dt : Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_K : Longitud de la curva de transición, (m).

b) Longitud mínima de las alineaciones de curvatura constante

b.1) Longitud de alineaciones con peralte constante entre dos transiciones lineales de peralte (L_i)

Para el caso de alineación circular comprendida entre dos clotoides, con su peralte correspondiente, se puede aceptar excepcionalmente un desarrollo nulo, si bien es preferible respetar los valores del cuadro 4.1.4.2.11.b. Para el caso de curva y contracurva, si no es posible conseguir la longitud mínima recomendada, es preferible enlazarlas sin tramo recto entre ellas, con las clotoides correspondientes unidas en sus orígenes (curvatura nula). En este caso, la longitud de alineación de curvatura (y de peralte) constante entre transiciones de peralte sería nula.

Cuadro 4.1.4.2.11.b: Longitud mínima de peralte constante entre transiciones lineales de peralte.

Longitud de peralte constante entre transiciones lineales de peralte (m)			
Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 70$	$V/3^{(1)}$	$V/3$	$V/10$
$70 < V \leq 230$	$V/2$	$V/3$	$V/5$
$230 < V \leq 350$	$V/1,5$	$V/2,5$	$V/3$

⁽¹⁾ El valor mínimo no debe ser inferior a 20 m.

Se recomienda además que la longitud mínima de tramos de peralte constante no sea inferior a 20 m, para los valores límite normales y excepcionales.

b.2) Longitud mínima entre puntos de tangencia de dos cambios bruscos de insuficiencia de peralte

En el anexo I del presente libro se establece la longitud de los elementos intermedios a fin de que los puntos de tangencia con variación brusca de curvatura puedan ser considerados independientemente.

4.1.4.2.12. Longitud mínima de las alineaciones verticales, (L_v) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Tramos de pendiente constante

La longitud mínima para tramos de pendiente constante deberá cumplir con los valores indicados en el cuadro 4.1.4.2.12.a.

Cuadro 4.1.4.2.12.a: Longitud mínima de alineaciones con pendiente constante.

Longitud de alineaciones con pendiente constante (m)			
Velocidad máxima de trayecto (km/h)	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 70$	$V/3^{(1)}$	$V/3$	$V/10$
$70 < V \leq 230$	$V/2$	$V/3$	$V/5$
$230 < V \leq 350$	$V/1,5$	$V/2,5$	$V/3$

⁽¹⁾ El valor mínimo no debe ser inferior a 20 m.

Se recomienda además que la longitud mínima de tramos de rasante constante no sea inferior a 20 m, para los valores límite normales y excepcionales.

b) Acuerdos verticales

La longitud de los acuerdos verticales depende del radio del acuerdo y de la variación de la rasante medida en radianes:

$$L_v = R_v \cdot \theta$$

siendo:

L_v : Longitud del acuerdo vertical, (m).

R_v : Radio del acuerdo vertical, (m).

θ : Variación de la rasante en radianes, (rad).

La longitud mínima de los acuerdos verticales deberá cumplir asimismo con los valores mínimos absolutos de diseño indicados en el cuadro 4.1.4.2.12.b.

Cuadro 4.1.4.2.12.b: Longitud mínima de los acuerdos verticales.

Longitud mínima de los acuerdos verticales (m)		
Vías fuera del dominio de las estaciones (valor límite de referencia, normal y excepcional)		20
Vías generales de estaciones (valor límite de referencia y normal)		20
Vías de apartado de estaciones y vías generales (casos excepcionales)	$V \leq 70$ km/h	0
	$70 < V \leq 160$ km/h	10
	$V > 160$ km/h	20

4.1.4.3. Aparatos de vía

4.1.4.3.1. Dispositivos de encerrojamiento (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Los cambios en la posición operativa de las partes móviles de los aparatos de vía deben estar asegurados por un sistema de encerrojamiento (junto con los de accionamiento y comprobación) y controlados por un sistema de enclavamiento, excepto en las vías de clasificación donde no es necesario este último (las vías que no intervienen en la circulación quedan fuera del control del enclavamiento).

En el caso de desvíos talonables se establece, además, una velocidad máxima de operación de 30 km/h.

4.1.4.3.2. Uso de corazones de punta móvil

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.5.2 de la ETI de infraestructura:

Los aparatos de vía cuya velocidad máxima de diseño sea superior o igual a 250 km/h deberán poseer corazones de punta móvil.

4.1.4.3.3. Geometría de diseño de los aparatos de vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.5.1 de la ETI de infraestructura:

En el apartado 4.1.4.6.c.4) se definen los límites de actuación inmediata para aparatos de vía compatibles con las características geométricas de los ejes montados, establecidas en la normativa nacional de material rodante.

Competerá al administrador de la infraestructura decidir los valores de geometría de diseño y asegurar, por medio de un Plan de mantenimiento, que los valores en servicio no superen los límites de actuación inmediata.

4.1.4.3.4. Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.5.3 de la ETI de infraestructura.

4.1.4.4. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas

La vía, incluidos los aparatos de vía, deberá diseñarse para poder resistir al menos las siguientes cargas verticales, longitudinales y transversales, tanto en servicio normal, como durante las operaciones de mantenimiento.

4.1.4.4.1. Resistencia de la vía frente a cargas verticales

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.6.1 de la ETI de infraestructura:

La vía, incluidos los aparatos de vía, deberá diseñarse para que resista al menos las fuerzas siguientes:

- (a) La carga por eje, conforme a lo indicado en el apartado 4.1.2 del presente libro. La normativa nacional de material rodante fija un límite de la carga máxima estática por eje. La resistencia de la vía frente a las cargas verticales será coherente con estos valores.
- (b) La fuerza dinámica máxima por rueda, Q_{max} , ejercida sobre la vía por un eje montado. La normativa nacional de material rodante fija un límite de la fuerza dinámica máxima por rueda, para unas condiciones de ensayo definidas. La resistencia de la vía frente a las cargas verticales será coherente con estos valores.
- (c) La fuerza cuasi-estática máxima por rueda, Q_{qst} , ejercida sobre la vía por un eje montado. La normativa nacional de material rodante fija un límite de la fuerza cuasi-estática máxima por rueda, para unas condiciones de ensayo definidas. La resistencia de la vía frente a las cargas verticales será coherente con estos valores.

4.1.4.4.2. Resistencia longitudinal de la vía

- a) Fuerzas de diseño

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.6.2.1 de la ETI de infraestructura:

La vía, incluidos los aparatos de vía, deberá diseñarse para resistir fuerzas longitudinales equivalentes a la fuerza generada al aplicar una deceleración de $2,5 \text{ m/s}^2$, con los parámetros característicos seleccionados conforme al apartado 4.1.2 del presente libro.

La vía se diseñará para resistir las fuerzas térmicas longitudinales producidas por los cambios de temperatura en el carril, a fin de minimizar la probabilidad de pandeo de la vía, teniendo en cuenta:

- Los cambios de temperatura derivados de las condiciones de contorno.
- Los cambios de temperatura derivados de la aplicación de sistemas de frenado que disipan la energía cinética en forma de calor en el carril.

La vía se diseñará para resistir las fuerzas longitudinales debidas a la interacción entre las estructuras y la vía. Se tendrá en cuenta la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

b) Compatibilidad con los sistemas de frenado

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.6.2.2 de la ETI de infraestructura:

El administrador de infraestructuras podrá prohibir el empleo de frenos magnéticos para el frenado en servicio.

Los sistemas de frenado independientes de las condiciones de adherencia rueda-carril incluyen los frenos magnéticos y los frenos de corriente de Foucault.

Cuando la vía sea compatible con el uso de sistemas de frenado independientes de las condiciones de adherencia, se tendrán en cuenta las condiciones climáticas locales y el número previsto de aplicaciones repetidas del freno en una localización determinada.

Cuando el administrador de infraestructuras permita el uso de sistemas de frenado en servicio independientes de las condiciones de adherencia rueda-carril, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- El administrador de infraestructuras establecerá, para el tramo de línea correspondiente, cualquier limitación de la fuerza de frenado máxima longitudinal aplicada a la vía, por debajo de la permitida por la normativa nacional de material rodante.
- Cualquier limitación de la fuerza de frenado máxima longitudinal, aplicada a la vía, tendrá en cuenta las condiciones locales y el número previsto de aplicaciones repetidas del freno.

4.1.4.4.3. Resistencia transversal de la vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.6.2.3 de la ETI de infraestructura:

La vía, incluidos los aparatos de vía, deberá diseñarse para que resista al menos:

- (a) La fuerza transversal dinámica total máxima, ΣY_{max} , ejercida sobre la vía por un eje montado. La normativa nacional de material rodante fija un límite para las fuerzas transversales ejercidas sobre la vía por un eje montado, para unas condiciones de ensayo definidas. La resistencia transversal de la vía será coherente con esos valores.
- (b) La fuerza cuasi-estática de guiado, Y_{qst} , ejercida sobre la vía por un eje montado. La normativa nacional de material rodante fija un límite de la fuerza cuasi-estática de guiado Y_{qst} , para radios y condiciones de ensayo definidos. La resistencia transversal de la vía será coherente con esos valores.

4.1.4.5. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Deben aplicarse los requisitos de la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente, y los de la Instrucción sobre las inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.1. Cargas verticales

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.1.1 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Se diseñarán las estructuras para que soporten las cargas verticales, de acuerdo con los modelos de cargas definidos en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente, multiplicadas por el factor alfa (α).

4.1.4.5.2. Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.1.2 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Los efectos de los modelos de las cargas estáticas se aumentarán con el coeficiente de impacto (Φ) definido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

La necesidad de realizar el análisis dinámico de un puente se determinará según lo establecido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

Cuando sea necesario, para tráfico de viajeros, el análisis dinámico se efectuará utilizando los modelos de carga HSLM y las velocidades correspondientes, establecidos en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

Se permite proyectar los puentes nuevos de modo que puedan ser compatibles adicionalmente con algún tipo específico de trenes de viajeros que no sea conforme con los límites de validez del modelo de cargas HSLM definido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente (por ejemplo, debido a cargas por eje superiores, diferente separación entre los ejes del mismo bogie, etc.).

El análisis dinámico se podrá llevar a cabo siguiendo los procedimientos y modelos descritos en el documento "*Documentos complementarios no contradictorios para la aplicación de los eurocódigos para el cálculo de puentes de ferrocarril*".

4.1.4.5.3. Fuerzas centrífugas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.1.3 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Cuando la vía sobre un puente esté en curva, sea en la totalidad o en parte de la longitud del puente, deberá considerarse la fuerza centrífuga para el cálculo de la estructura, como se indica en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.4. Fuerzas de lazo

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.1.4 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Se tendrá en cuenta la fuerza de lazo para el cálculo de las estructuras, como se establece en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.5. Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.1.5 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Se tendrán en cuenta las fuerzas de arranque y frenado para el cálculo de las estructuras, como se establece en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.6. Alabeo del tablero y alabeo total

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.7.1.6 y 7.7.15.3 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

El máximo alabeo del tablero y el alabeo total (suma del de la vía en curva más el del tablero) no superarán los valores fijados en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.7. Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.2 de la ETI de infraestructura:

Solamente para obras de tierra nuevas en líneas nuevas o existentes:

Se proyectarán las estructuras de retención de tierras a las que se transmiten cargas de tráfico y se especificarán los efectos del empuje del terreno, teniendo en cuenta lo definido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

Se proyectarán las estructuras de tierras a las que se transmiten cargas de tráfico y se especificarán los efectos del empuje del terreno, teniendo en cuenta las cargas verticales resultantes al aplicar el modelo de carga LM71, como se define en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente. La carga vertical equivalente se multiplicará por el factor de clasificación (α), conforme a lo dispuesto en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.8. Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.3 de la ETI de infraestructura:

Solamente para estructuras nuevas en líneas nuevas o existentes:

Se tendrán en cuenta las acciones aerodinámicas producidas por el paso de los trenes, según lo indicado en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

4.1.4.5.9. Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7.4 de la ETI de infraestructura:

Los puentes y obras de tierra se deberán acondicionar para que alcancen los requisitos mínimos de capacidad portante especificados, de acuerdo con las categorías de línea definidas en el apartado 4.1.1 del presente libro.

En el anexo D se indican los requisitos mínimos de capacidad portante de las estructuras para cada código de tráfico. Estos valores representan el objetivo en cuanto a nivel mínimo que las estructuras deben poder resistir para declarar la línea como interoperable.

En el anexo M se define un procedimiento para determinar si las estructuras existentes tienen suficiente capacidad portante frente al paso de los vehículos con categorías de línea EN y/o clases de locomotora a la velocidad permitida, definidos en el anexo D del presente libro. En función del resultado de este procedimiento, se aplicará alguno de los casos siguientes:

- a) Cuando se sustituya una estructura existente por una nueva, ésta deberá satisfacer los requisitos de los apartados 4.1.4.5.1 a 4.1.4.5.7 del presente libro.
- b) Cuando la capacidad portante mínima de las estructuras existentes, expresada mediante la categoría de línea EN publicada, en combinación con la velocidad permitida, satisfaga los requisitos del anexo D, se considerará que dichas estructuras cumplen los requisitos aplicables.
- c) Cuando la capacidad portante de una estructura existente no satisfaga los requisitos del anexo D y se estén llevando a cabo obras (por ejemplo, refuerzos) para aumentar la capacidad portante de dicha estructura, a fin de satisfacer los requisitos de la presente Instrucción (y no se vaya a

sustituir la estructura por una nueva), se acondicionará la estructura de modo que se cumplan los requisitos del anexo D.

4.1.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.8 de la ETI de infraestructura:

a) Introducción

Las labores de mantenimiento tienen por objeto la consecución de unos estándares de calidad acordes con los parámetros expuestos en esta Instrucción. La calidad geométrica de la vía se traduce en tres vertientes: seguridad, confort y regularidad, y a su vez estos conceptos generan la necesidad de definir unos parámetros y establecer unos umbrales que delimiten las actuaciones.

La calidad geométrica de la vía está directamente relacionada con:

- la seguridad contra el descarrilamiento.
- la evaluación de un vehículo con arreglo a pruebas de verificación.
- la resistencia a la fatiga de los ejes montados y los bogies.

Los distintos umbrales vendrán fijados según los límites de actuación inmediata, intervención y alerta.

b) Límites de actuación inmediata, de intervención y de alerta

El administrador de infraestructuras determinará los límites de actuación inmediata (LAI), de intervención (LI) y de alerta (LA), adecuados, para los parámetros siguientes:

- Alineación: defectos aislados, amplitud entre cero y el valor de pico del rango D1.
- Nivelación longitudinal: defectos aislados, amplitud entre cero y el valor de pico del rango D1.
- Alabeo de vía: defectos aislados, amplitud entre cero y el valor de pico, sujeta a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.1).
- Variación del ancho de vía: defectos aislados, amplitud entre el ancho de vía nominal y el valor de pico, sujeta a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.2).

- Peralte: amplitud entre cero y el valor de pico, sujeta a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.3).
- Aparatos de vía: están sujetos a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.4).

Los valores límites son aplicables a las medidas sobre los parámetros definidos, que sean realizadas con sistemas de medición geométrica montados sobre vehículos, que cumplan las condiciones de vía cargada, y con las tolerancias, precisiones y sistemas de filtrado en los dominios de longitud de onda aplicables (D1 para defectos aislados o filtrados de paso alto para valores medios), de acuerdo con las prescripciones de las normas UNE-EN 13848-1, UNE-EN 13848-2 y UNE-EN 13848-3.

En general, salvo que el administrador de infraestructuras decida otros límites, los límites de actuación inmediata, de intervención y de alerta serán los establecidos en el anexo G del presente libro. En cualquier caso, los límites de actuación inmediata cumplirán lo establecido en la ETI de infraestructura.

c) Límites de actuación inmediata, (LAI)

c.1) Alabeo de la vía. Defectos aislados

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.8.3 de la ETI de infraestructura:

Se define el alabeo de vía como la diferencia algebraica entre dos nivelaciones transversales con una separación dada, expresado generalmente como gradiente entre las dos secciones de la vía en que se mide la nivelación transversal. La nivelación transversal se determina considerando la diferencia en altura entre los círculos de rodadura de las ruedas de un mismo eje.

La distancia entre los círculos de rodadura (L) se tomará como se indica en el cuadro 4.1.4.6.c.1.

Cuadro 4.1.4.6.c.1: Distancia entre los círculos de rodadura, (L).

Ancho de vía nominal (mm)	Distancia entre los círculos de rodadura (mm)
1435	1500
1668	1733

El límite del alabeo de vía para $D \leq (R - 100)/2$, en líneas de ancho de vía nominal de 1435 mm, o $D \leq 0,67 \cdot (R - 100)$, para líneas de ancho de vía nominal de 1668 mm, se define de acuerdo con la fórmula:

$$\lim g_1 = \frac{20}{l} + 3$$

siendo:

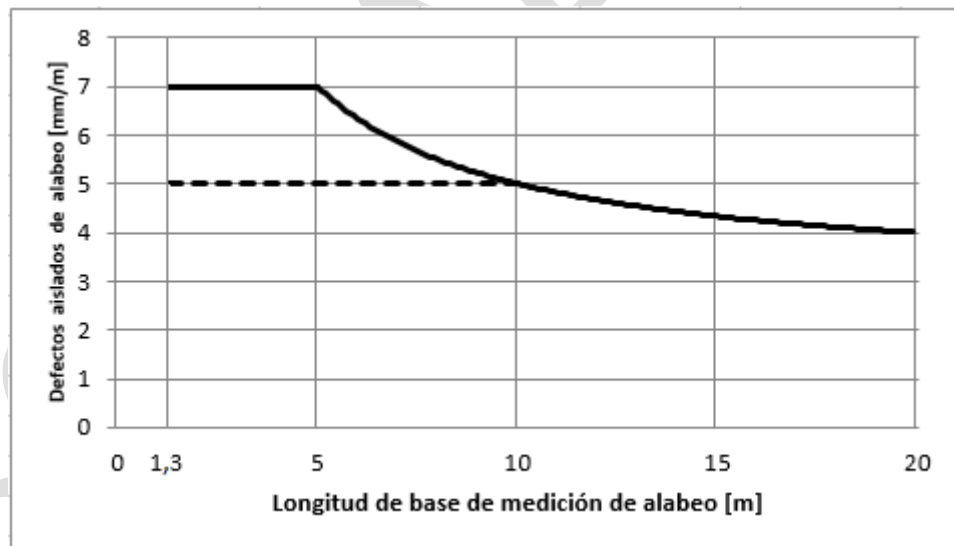
g_1 : Alabeo, (mm/m)

D: Peralte, (mm).

R: Radio de la alineación circular, (m).

Con un valor máximo de 7 mm/m para líneas diseñadas para $V \leq 200$ km/h o de 5 mm/m para líneas diseñadas para $V > 200$ km/h, donde l es la longitud de la base de medida (en m), con $1,3 \text{ m} \leq l \leq 20 \text{ m}$.

Figura 4.1.4.6.c.1.1: Límite para el alabeo de vía de cero a pico.



El límite de alabeo para $(R - 100)/2 < D < (R - 50)/1,5$, en líneas de ancho de vía nominal de 1.435 mm, o $0,67 \cdot (R - 100) < D < 0,9 \cdot (R - 50)$, en líneas de ancho de vía nominal de 1.668 mm, se define de acuerdo con la fórmula:

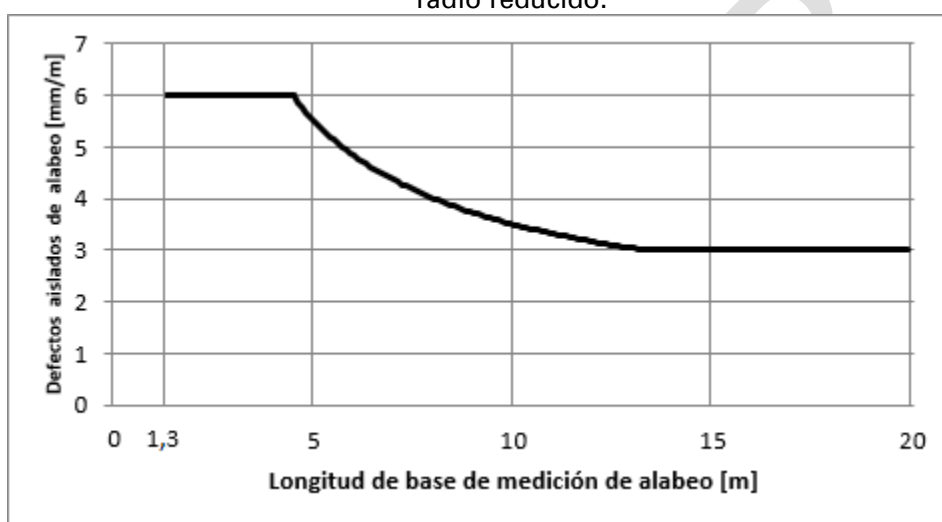
$$\lim g_2 = \frac{20}{l} + 1,5$$

siendo:

g_2 : Alabeo, (mm/m)
 D: Peralte, (mm).
 R: Radio de la alineación circular, (m).

Con un valor máximo de 6 mm/m y un mínimo de 3mm/m, donde (l) es la longitud de la base de medida (en m), con $1,3 \text{ m} \leq l \leq 20 \text{ m}$.

Figura 4.1.4.6.c.1.2: Límite para el alabeo de vía de cero a pico en curvas de radio reducido.



Entre las bases de medida empleadas se incluirán al menos las de 3 m y 9 m.

c.2) Variación del ancho de vía. Defectos aislados

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.8.4 y 7.7.15.4 de la ETI de infraestructura:

Los límites de actuación inmediata para la variación del ancho de vía se establecen en el cuadro 4.1.4.6.c.2.

Cuadro 4.1.4.6.c.2: Límites de actuación inmediata para la variación del ancho de vía.

Velocidad (km/h)	Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm)			
	1435 mm		1668 mm	
	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto
$V \leq 80$	-9	+35	-9	+30
$80 < V \leq 120$	-9	+35	-9	+23
$120 < V \leq 160$	-8	+35	-8	+20
$160 < V \leq 200$	-7	+28	-7	+18
$200 < V \leq 230$	-7	+28	-5	+16
$230 < V \leq 300$	-5	+28	-4	+12
$300 < V \leq 350$	-5	+28	-3	+11

c.3) Peralte

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.8.5 de la ETI de infraestructura:

Los límites de actuación inmediata para el peralte se establecen en el cuadro 4.1.4.6.c.3.

Cuadro 4.1.4.6.c.3: Límites de actuación inmediata para el peralte de cero a pico.

Velocidad (Km/h)	Amplitud entre cero y el valor pico
$V \leq 80$	+ / - 15
$80 < V \leq 120$	+ / - 12
$120 < V \leq 160$	+ / - 10
$160 < V \leq 200$	+ / - 9
$200 < V \leq 230$	+ / - 7
$230 < V \leq 300$	+ / - 6
$300 < V \leq 350$	+ / - 5

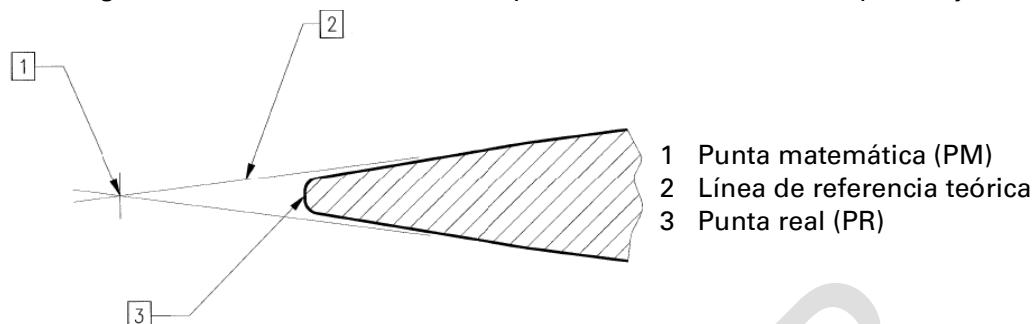
En el caso de vía sobre estructuras (puentes, viaductos, etc.), los límites de actuación inmediata no superarán los valores del cuadro 4.1.4.6.c.3 (ver anexo E, apartado E.2).

c.4) Aparatos de vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.8.6 y 7.7.15.5 de la ETI de infraestructura:

En la figura 4.1.4.6.c.4 se representa la retracción de la punta real respecto a la punta matemática en corazones de punta fija.

Figura 4.1.4.6.c.4: Retracción de la punta real en corazones de punta fija.



Los aparatos de vía cumplirán los siguientes valores en servicio, relativos a sus características técnicas:

- (a) Valor máximo del paso libre de rueda en el cambio: 1380 mm en líneas con ancho 1435 mm, y 1618 mm en líneas con ancho 1668 mm.

En la normativa nacional de aparatos de vía no se contempla la medición de este parámetro, garantizándose el libre paso de la rueda mediante la comprobación de la entrecalle aguja-contraaguja no acoplada (de valor mínimo 58 mm). Por tanto, para la verificación de este parámetro es necesario efectuar el correspondiente cálculo geométrico. El valor de 1618 mm se ha fijado para un sobrecalle de vía medio de 8 mm, resultante de la valoración de los aparatos de vía del tipo A (de bajas prestaciones) frente al resto de tipos con prestaciones más elevadas.

- (b) Valor mínimo de la cota de protección en corazones agudos de punta fija: 1392 mm en líneas con ancho 1435 mm, y 1626 mm en líneas con ancho 1668 mm.

Este valor se mide 14 mm por debajo de la superficie de rodadura y en la línea de referencia teórica, a una distancia adecuada a partir de la punta real (PR), como se indica en la figura 4.1.4.6.c.4.

- (c) Valor máximo del paso libre de rueda en la punta del corazón: 1356 mm en líneas con ancho 1435 mm y 1590 mm en líneas con ancho 1668 mm.

- (d) Valor máximo del paso libre de rueda en la entrada del contracarril/pata de liebre: 1380 mm en líneas con ancho 1435 mm, y 1620 mm en líneas con ancho 1668 mm.

- (e) Anchura mínima de la garganta de guía: 41 mm.

- (f) Profundidad mínima de la garganta de guía: 40 mm.

(g) Altura máxima del contracarril: 40 mm.

d) Calidad geométrica de la vía y de los aparatos de vía en fase de montaje, antes de la puesta en servicio

Los sistemas de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructura deben contener los procedimientos y prescripciones, correspondientes a condiciones nominales y degradadas, a seguir para que la calidad de la infraestructura en general, y de la geometría de la vía y sus aparatos en particular, permitan la circulación en condiciones de seguridad, tanto al comenzar la explotación de un nuevo tramo o subtramo, como tras la reanudación de la circulación ferroviaria en uno existente tras trabajos en el mismo.

Estos procedimientos y prescripciones serán de aplicación también cuando deba restablecerse inmediatamente la circulación ferroviaria como consecuencia de un accidente o una catástrofe natural.

Adicionalmente, deben realizarse las verificaciones que a continuación se indican en fase de montaje en vía sobre balasto, antes de la puesta en servicio, en líneas nuevas y en líneas existentes ya sean acondicionadas o renovadas de forma total o parcial.

A los efectos del presente apartado cuando se establezcan límites en función de la longitud del tramo afectado, se considerará la longitud total con independencia de longitud de los subtramos que pudieran considerarse en las renovaciones o acondicionamientos.

En el caso de vía en placa, las tolerancias de vía y de los aparatos de vía en fase de montaje, antes de la puesta en servicio, se consideran una cuestión pendiente, si bien de forma provisional hasta que se cierre dicha cuestión pendiente las tolerancias deberán estar comprendidas dentro los límites definidos para la vía sobre balasto, teniendo en cuenta los márgenes permitidos por la regulación del sistema de vía en placa empleado. En la consideración de estas tolerancias se atenderán, principalmente en trazados que discurran sobre obras de tierra, los movimientos previsibles de asiento o hinchamiento de la obra de tierra sobre la que se construya la vía en placa, analizando la capacidad de regulación vertical de la sujeción para absorber dichos potenciales movimientos, las características mecánicas de la losa soporte del modelo de vía en placa empleado, así como su posible desviación angular en zonas de continuidad geométrica comprometidas (entre otras, entre losa y losa, zonas de transición y conexiones de plataforma natural de obras de tierra con estructuras (viaductos y puentes) o túneles).

En el caso de líneas acondicionadas o renovadas totalmente, las inspecciones se realizarán cuando la longitud total del tramo de vía afectado sea igual o superior a 500 m.

Para cada una de las verificaciones se detallan en el cuadro 4.1.4.6.d.1.1 los parámetros que deben medirse con sus correspondientes límites de tolerancia. Dichos límites deberán respetarse igualmente en todos los trabajos de renovación parcial de vía cuando la longitud total del tramo de vía afectado sea igual o superior a 1.000 m, en la medida en que la envergadura de los trabajos permita realizar una corrección total de los parámetros de calidad geométrica de la vía, de no ser así deberían tenerse en cuenta los límites considerados en el cuadro 4.1.4.6.d.1.2.

Cuando la renovación o el acondicionamiento del tramo se realice por subtramos que deban ser puestos en funcionamiento independientemente, el promotor deberá aportar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria información acerca de la forma en que verificará la seguridad en la circulación tras la puesta en servicio de cada subtramo individualmente considerado, en la comunicación previa prevista en el artículo artículo 109 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Los límites establecidos en el presente apartado tienen por objeto garantizar la integración segura de los tramos de vía afectados por la ejecución de los trabajos, así como un uso eficiente de los recursos, reduciendo las necesidades de mantenimiento posterior y prolongando el ciclo de vida de la superestructura de vía.

Para la verificación del cumplimiento de los requisitos definidos en este apartado podrán utilizarse los resultados de las auscultaciones e inspecciones realizados por el administrador de infraestructura previo a la puesta en servicio, de acuerdo a su norma de montaje de vía.

Los límites definidos en los cuadros 4.1.4.6.d.1.1 y 4.1.4.6.d.1.2 son aplicables a las medidas sobre los parámetros definidos, que sean realizadas con sistemas de medición geométrica montados sobre vehículos que cumplan las condiciones de vía cargada, y con las tolerancias, precisiones y sistemas de filtrado en los dominios de longitud de onda aplicables (D1 para defectos aislados o filtrados de paso alto para valores medios), de acuerdo con las prescripciones de las normas UNE-EN 13848-1, UNE-EN 13848-2 y UNE-EN 13848-3.

También se permite utilizar los límites definidos para vía nueva en los procedimientos de inspección y vigilancia del Administrador de Infraestructura, cuando se utilicen procedimientos de auscultación que no cumplan la condición de vía cargada de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE-EN 13848-1, dichos límites deberán ser más restrictivos que los definidos para vía cargada. Las mediciones deberían llevarse a cabo de acuerdo con las prescripciones de las normas UNE-EN 13848-3 y UNE-EN 13848-4.

Se indican a continuación las inspecciones que deben realizarse dentro del presente capítulo:

- Auscultación geométrica de la vía (incluyendo los aparatos de vía).
- Inspección geométrica de los aparatos de vía.
- Auscultación ultrasónica de soldaduras.

d.1) Auscultación geométrica de la vía (incluyendo los aparatos de vía)

Será obligatorio realizar una auscultación geométrica de la vía.

Dentro de la auscultación geométrica deberá realizarse la medición y análisis de los parámetros de vía que a continuación se indican:

- Nivelación longitudinal.
- Nivelación transversal (peralte)
- Alineación.
- Alabeo.
- Ancho de vía (valor puntual).

Para los parámetros de nivelación longitudinal y alineación deberán aplicarse dos filtrados de longitudes de onda:

- Longitud de onda corta D1 (3-25 m) para cualquier velocidad. Los defectos influyen en la fatiga de la vía y del material rodante. Afecta a la seguridad de las circulaciones.
- Longitud de onda media D2 (25-70 m) para velocidades superiores a 80 km/h. Los defectos influyen en el confort de la circulación.

Se indican en el cuadro 4.1.4.6.d.1.1 las tolerancias admisibles para los parámetros y longitudes de onda anteriormente especificados en líneas nuevas, acondicionadas y renovadas totalmente cuando la longitud total del tramo de vía afectado sea igual o superior a 500 m.

Cuadro 4.1.4.6.d.1.1: Tolerancias admisibles en líneas nuevas, acondicionadas y renovadas totalmente cuando la longitud del tramo de vía afectado sea igual o superior a 500 m.

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	$V \leq 80$	$80 < V \leq 120$	$120 < V \leq 160$	$160 < V \leq 230$	$230 < V \leq 350$
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3	+4 -3	+4 -2	+4 -2	+3 -2
Ancho de vía en aparatos de vía (mm), tanto en vía directa como desviada ⁽¹⁾ (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3				

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤350
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación del valor de diseño)		+3 -3		+2 -2	
Nivelación longitudinal D1 (mm) (valor medio a pico)	±4	±3	±3	±2	±2
Nivelación longitudinal D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alineación D1 (mm) (valor medio a pico)	±4	±2	±2	±2	±2
Alineación D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alabeo con base 3m (mm) (valor de diseño a pico)	±4,5	±3	±3	±3	±3

⁽¹⁾ Límites a verificar con carácter general, salvo disposición en contra en los procedimientos o normativa establecida por el Administrador de Infraestructura.

Se indican en el cuadro 4.1.4.6.d.1.2 las tolerancias admisibles en líneas renovadas parcialmente cuando la longitud total del tramo de vía afectado sea superior a 1.000 m.

Cuadro 4.1.4.6.d.1.2: Tolerancias admisibles en líneas renovadas parcialmente cuando la longitud total del tramo de vía afectado sea superior a 1.000 m.

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤350
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+7 -3	+5 -3	+5 -2	+5 -2	+4 -2
Ancho de vía en aparatos de vía (mm), tanto en vía directa como desviada ⁽¹⁾ (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+7 -3	+5 -3	+5 -3	+5 -3	+5 -3
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación del valor de diseño)	±5	±4	±4	±3	±3
Nivelación longitudinal D1 (mm) (valor medio a pico)	±5	±4	±4	±3	±3
Nivelación longitudinal D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±4	±3

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤350
Alineación D1 (mm) (valor medio a pico)	±5	±4	±4	±3	±3
Alineación D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±4	±3
Alabeo con base 3m (mm) (valor de diseño a pico)	±4,5 ⁽²⁾	±4,5	±4,5	±3	±3
En construcciones especiales, como por ejemplo aparatos de vía, puede ocurrir que se rebasen los valores indicados como consecuencia del diseño especial de estos dispositivos					

⁽¹⁾ Límites a verificar con carácter general, salvo disposición en contra en los procedimientos o normativa establecida por el Administrador de Infraestructura.

⁽²⁾ En vía con juntas ±6 mm.

Las tolerancias indicadas en los cuadros 4.1.4.6.d.1.1 y 4.1.4.6.d.1.2 se definen en la condición de medición con vía cargada.

Con carácter adicional a los límites establecidos en las tablas anteriores, no se considerarán admisibles aquellos defectos de magnitud igual o superior a los límites de intervención o alerta especificados en el anejo G. Tampoco se considerarán admisibles valores de alabeo de cero a pico superiores a los límites de actuación inmediata definidos en el apartado 4.1.4.6.c).

d.2) Inspección geométrica de los aparatos de vía

La inspección geométrica de los aparatos de vía deberá hacerse de acuerdo con los procedimientos establecidos por el Administrador de Infraestructura.

Los límites que deberán verificarse con carácter general en la inspección geométrica de los aparatos de vía son los definidos en los apartados 4.7 y 4.8 de la norma UNE-EN 13231-1, salvo disposición en contra en los procedimientos establecidos por el Administrador de Infraestructura

d.3) Auscultación ultrasónica de soldaduras

Deberá registrarse mediante auscultación ultrasónica la magnitud y localización de los defectos internos en las uniones soldadas, rechazándose todas aquellas soldaduras que presenten defectos iguales

o mayores de 4mm. En casos excepcionales debidamente justificados, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria podrá autorizar la no realización de dicha auscultación ultrasónica.

Todos los defectos detectados en la auscultación ultrasónica de soldaduras deberán registrarse y/o tratarse de acuerdo con los procedimientos establecidos por el Administrador de Infraestructura.

4.1.4.7. Andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9 de la ETI de infraestructura:

Los requisitos de este apartado solamente son aplicables a los andenes de viajeros con vías de uso habitual, donde se detengan los trenes en servicio normal.

Las necesidades de servicio actuales deben determinarse considerando lo que se necesita para la explotación en el momento en que se diseña el andén.

Las necesidades de servicio que sean razonablemente previsibles en el futuro deben basarse en la información disponible en el momento en que se diseña el andén.

En el caso de los andenes existentes acondicionados o sin acondicionar será de aplicación lo establecido en la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida así como en el Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre, por el que se regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad y Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

La pendiente de los andenes cumplirá los siguientes requisitos:

a) Pendiente longitudinal:

La pendiente longitudinal de los andenes deberá seguir la pendiente de la vía, sin que se supere el valor de 2,5 milésimas, tanto en andenes nuevos como acondicionados.

b) Pendiente transversal:

La pendiente transversal máxima será del 2% en andenes nuevos.

4.1.4.7.1. Acceso al andén (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

No se construirán andenes que den servicio a las vías generales por las que circulen trenes a una velocidad superior a 200 km/h. En líneas acondicionadas se admitirá una velocidad superior a 200 km/h y hasta 250 km/h, siempre que exista control de accesos, es decir, el acceso a la zona de peligro del andén quede impedido excepto a la llegada de los trenes con parada.

Líneas nuevas

Nunca existirá una sola vía entre dos andenes, salvo que exista un itinerario alternativo para el paso de transportes excepcionales. En casos debidamente justificados, la vía entre dos andenes se montará sin balasto para posibilitar su mantenimiento.

4.1.4.7.2. Longitud útil de andén

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.1 de la ETI de infraestructura:

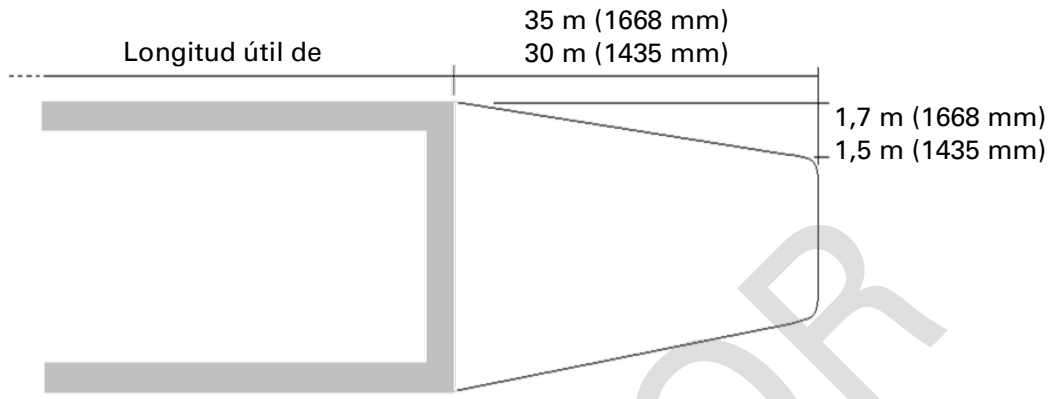
La longitud útil de andén es la longitud continua máxima de la parte del andén en la que está previsto que el tren permanezca inmóvil, en condiciones normales de servicio.

La longitud útil de andén deberá cumplir lo indicado en el apartado 4.1.2.3.

La mínima longitud útil de andén será de 210 m en el caso de líneas donde se prevea que sólo se detengan trenes de cercanías.

Al objeto de permitir un adecuado encauzamiento del tren en caso de un eventual descarrilamiento, se recomienda que adicionalmente a la longitud útil de andén, en sus extremos se disponga un murete que sea prolongación de los muretes de andén, de 0,76 m de altura, en una longitud de 35 m, retranqueado progresiva y linealmente, hasta una separación perpendicular a la vía de 1,7 m, del borde teórico de andén, en líneas con ancho de vía nominal de 1668 mm, y longitud de 30 m, con retranqueo de 1,5 m, en líneas con ancho de vía nominal de 1435 mm. En el caso de vía en curva se seguirá la curvatura de la vía.

Figura 4.1.4.7.2: Estrechamiento del extremo de andén.



4.1.4.7.3. Anchura y borde de los andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.12 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida:

La zona de peligro de un andén comienza en el borde del andén que está del lado de la vía y tendrá la anchura mínima que figura en el cuadro 4.1.4.7.3 en función de la velocidad y del tipo de tráfico.

Cuadro 4.1.4.7.3: Ancho de la zona de peligro (mm).

Velocidad (km/h)	Tráfico de mercancías	Tráfico de viajeros
$V \leq 90$	600	600
100	800	600
110	1000	600
120	1000	600
130	Se realizará un estudio específico	800
140		800
150		1100
160		1100
170		1400
180		1400
190		1400
200		1400
$200 < V \leq 250$	No procede	1400 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Existirá control de accesos al andén de acuerdo al apartado 4.1.4.7.1.



4.1.4.7.3.1. Anchura de los andenes

La accesibilidad del andén depende del espacio libre entre los obstáculos y el borde del andén. Al respecto deberá considerarse:

- el espacio para que los viajeros esperen en el andén sin riesgo de aglomeración.
- el espacio para que los viajeros desciendan de los trenes sin chocar con obstáculos.
- el espacio para desplegar un dispositivo de embarque de personas con movilidad reducida.
- la distancia desde el borde del andén que los viajeros necesitan para estar a salvo de los efectos aerodinámicos de los trenes que circulen (la «zona de peligro»). En dicha zona no deben permanecer los viajeros cuando los trenes llegan o pasan.

a) Andenes de nueva construcción

Las distancias mínimas de los obstáculos al borde de andén o borde de la zona de peligro para las dos posibles configuraciones de andenes se muestran en el anexo H.

En el anexo H también se muestra la anchura mínima del andén sin obstáculos, no considerándose como obstáculos los equipos para el sistema de señalización y el equipo de seguridad.

El requisito de anchura mínima no tiene en cuenta la anchura adicional que pueda ser necesaria para los flujos de viajeros, teniendo en cuenta que fuera de la zona de peligro debe haber espacio suficiente para el tránsito y la espera de estos, asimismo deberá tenerse en cuenta las necesidades de las personas con movilidad reducida. El ancho de los andenes se justificará adecuadamente mediante la realización de un estudio funcional que optimice sus dimensiones en función del volumen y tipología del tráfico estimado en los estudios de demanda.

El pavimento de los andenes será de superficie no deslizante. Su acabado superficial será preferentemente continuo, con colocación «a tope», y si no lo es, se procurará evitar las juntas con anchura mayor de 0,5 centímetros y profundidad mayor de 0,3 centímetros. Igualmente, se evitarán los dibujos con resaltes o hendiduras en posibles pavimentos o losetas.

Si existen instalaciones auxiliares a bordo de los trenes, o en el andén, que faciliten el embarque y desembarque de los usuarios en silla de ruedas, se dispondrá, allí donde sea probable que se utilicen dichas instalaciones, un espacio libre de 1500 mm desde el borde de la instalación donde embarca o desembarca la silla de ruedas, a nivel del andén, hasta el obstáculo más próximo en el andén o hasta la zona de peligro opuesta.

b) Andenes existentes

El cumplimiento de los requisitos relativos a la anchura de los andenes (anchura mínima sin obstáculos y distancias mínimas de los obstáculos a borde del andén) no es obligatorio para los andenes existentes si la causa del incumplimiento es la presencia en el andén de determinados obstáculos (por ejemplo, columnas estructurales, cajas de escalera, ascensores, etc.) o vías existentes difíciles de mover.

En el caso de que fuera de las zonas de peligro no quede espacio suficiente para el tránsito y la espera de los viajeros, deben adoptarse las medidas adecuadas para que la espera de los trenes se produzca en zonas seguras del andén o en otro andén, teniendo en cuenta las necesidades de las personas con movilidad reducida.

4.1.4.7.3.2. Borde de los andenes

a) Andenes de nueva construcción y existentes acondicionados

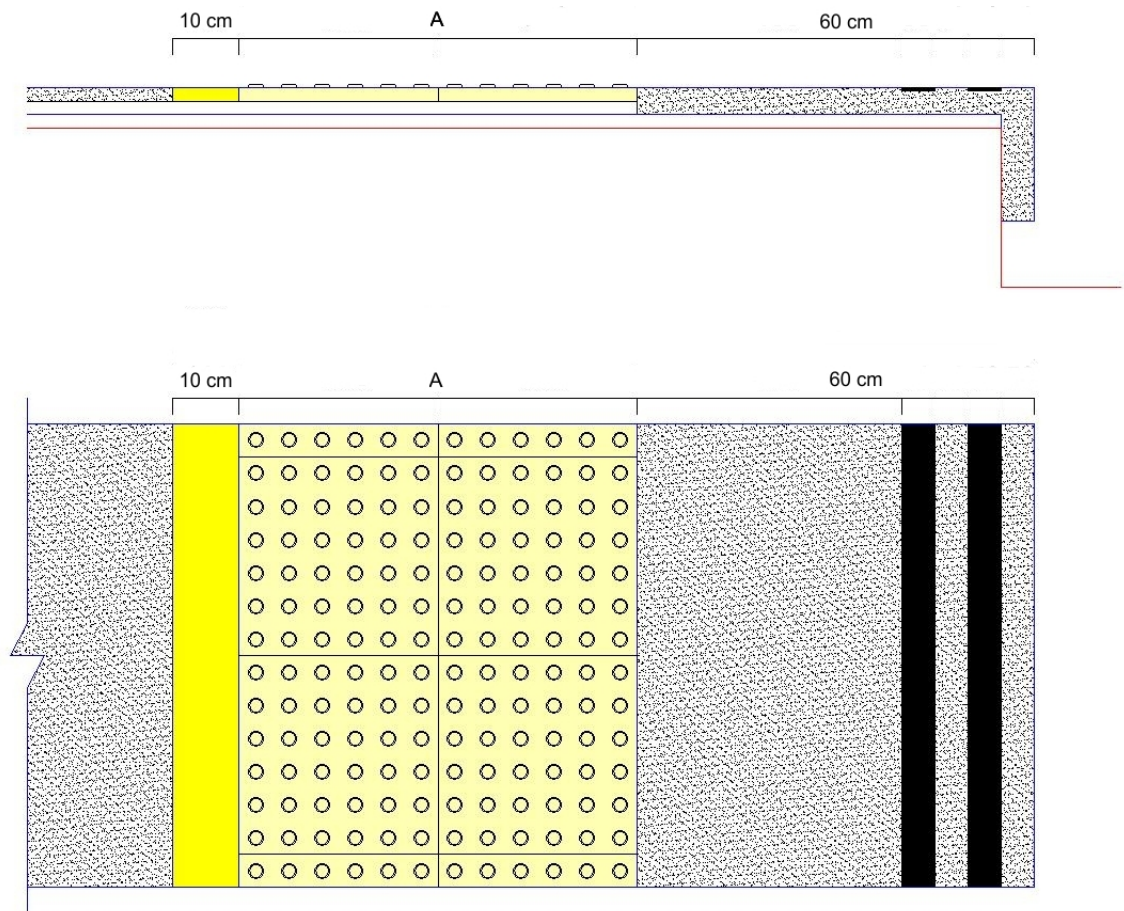
A lo largo del andén se situarán señales de advertencia a fin de no invadir la zona de peligro con el siguiente texto *“ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA”* (en el anexo H se incluye un ejemplo de la señal). Se colocarán las señales en intervalos de 40-50 m cumpliendo lo indicado en la figura H.1.b del anexo H.

El color del material en el borde del andén del lado de la vía deberá contrastar con la oscuridad del hueco de la vía.

La pieza de borde de andén será de 60 centímetros de anchura y debe incluir, al menos, dos tiras de material no deslizante.

Junto a la pieza de borde de andén se ha de colocar una franja de solado de botones hasta el límite definido en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1, de material no deslizante (con coeficiente de deslizamiento Clase 2 o Clase 3 según sean andenes interiores o exteriores, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero), de color preferiblemente amarillo. Además, junto a esta franja existirá una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 centímetros de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

Figura 4.1.4.7.3.2.a.1: Borde de andén en andenes de nueva construcción y existentes acondicionados.

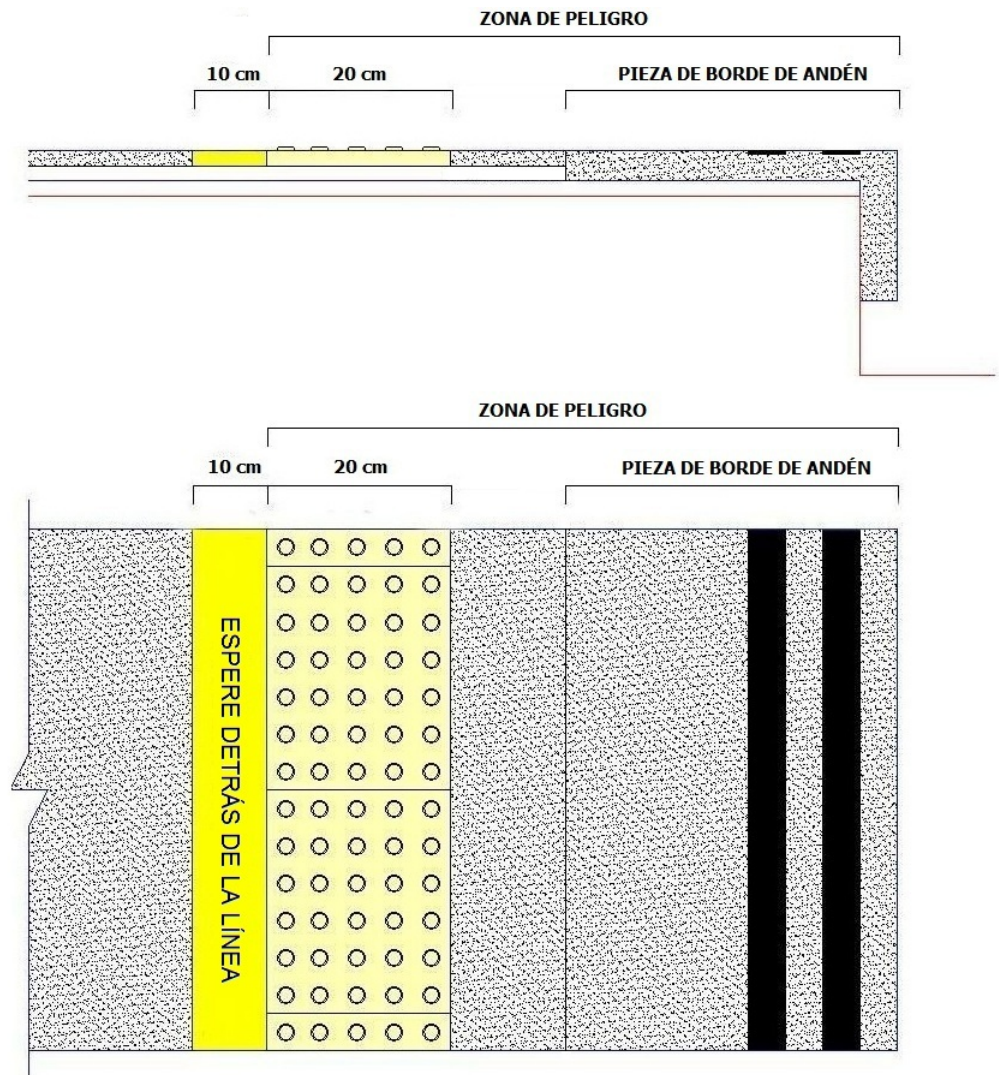


A = 60 cm (cuando el ancho de la zona de peligro sea de 60, 80, 100 y 110 cm)

A = 80 cm (cuando el ancho de la zona de peligro sea de 140 cm).

En el caso de los andenes existentes acondicionados, la configuración del borde de andén será la definida en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1, siempre que la configuración ferroviaria de la estación lo permita. En los restantes casos y de forma justificada se aplicará la configuración definida en la figura 4.1.4.7.3.2.a.2, en la que se podrá mantener la pieza de borde de andén existente, con una franja de solado de botones de 20 cm y una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 centímetros de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

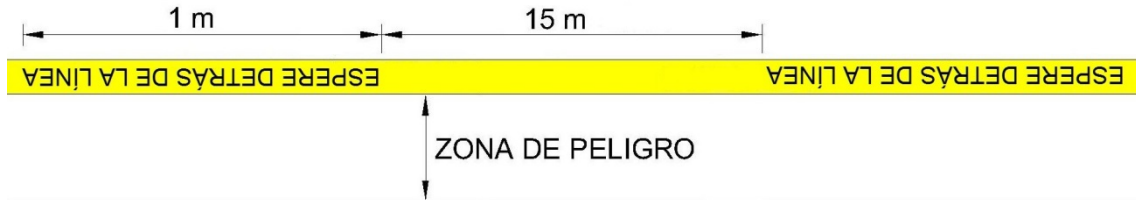
Figura 4.1.4.7.3.2.a.2: Borde de andén en andenes existentes acondicionados donde no sea viable la configuración definida con carácter general.



El marcado horizontal de la indicación *“ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA”* se realizará de acuerdo a lo indicado en la figura 4.1.4.7.3.2.a.3. En las estaciones donde proceda se incluirá el texto en castellano y a continuación la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, espaciando cada bloque como se indica a continuación:

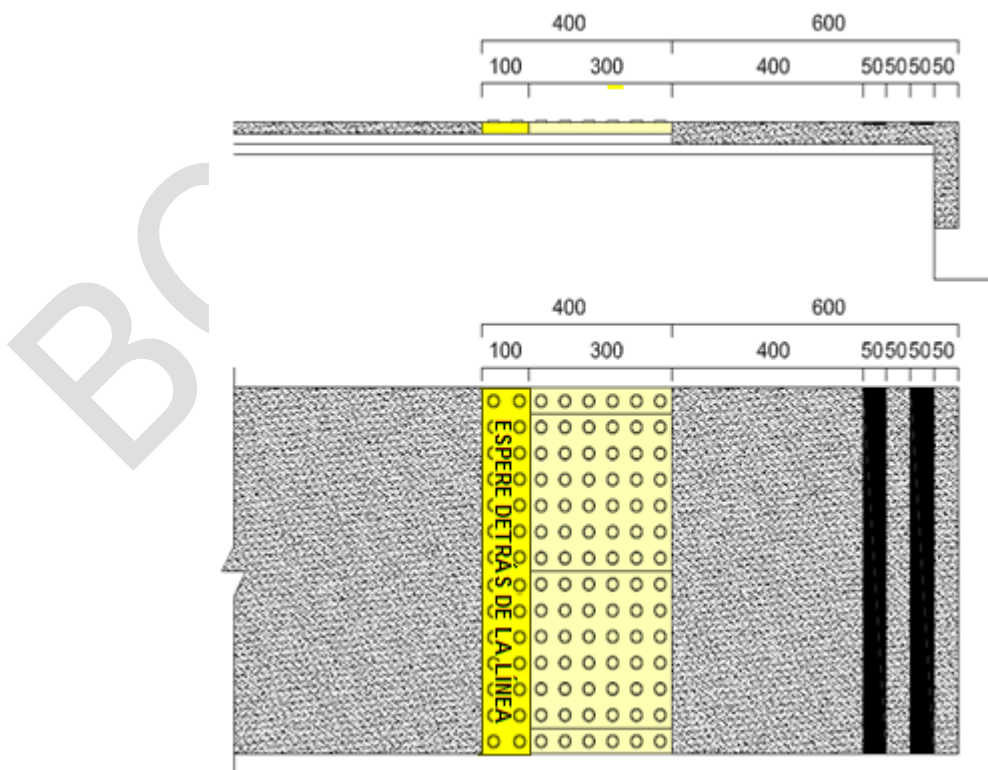
Castellano Otra lengua Castellano Otra lengua

Figura 4.1.4.7.3.2.a.3: Marcaje horizontal de la indicación "ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA".



En el caso de andenes centrales existentes con anchura inferior a 3,60 m, con tráfico de mercancías con velocidad de hasta 100 km/h o pasajeros con velocidad de hasta 140 km/h, se evaluará la posibilidad de emplear la configuración indicada en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1, con una franja de solado de botones de 30 cm de anchura (ver figura 4.1.4.7.3.2.a.4). La utilización de dicha configuración deberá justificarse y ser utilizada siempre que la configuración ferroviaria de la estación no permita aplicar la configuración definida en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1.

Figura 4.1.4.7.3.2.a.4: Borde de andén para andenes centrales existentes con anchura inferior a 3,60 m.



La zona del andén que se prevea sea utilizada por los viajeros ha de garantizar que, unos 15 minutos antes de la llegada de los trenes y hasta 5 minutos después de su salida, tenga una iluminación mínima media de 20 lux en el caso de andenes al aire libre, y de 100 lux en el caso de andenes cubiertos, medidos al nivel del suelo, con un valor mínimo de 10 lux.

Es aconsejable dejar un hueco bajo el borde del andén que permita el refugio de una persona en caso de caída a la vía.

b) Andenes existentes sin acondicionar

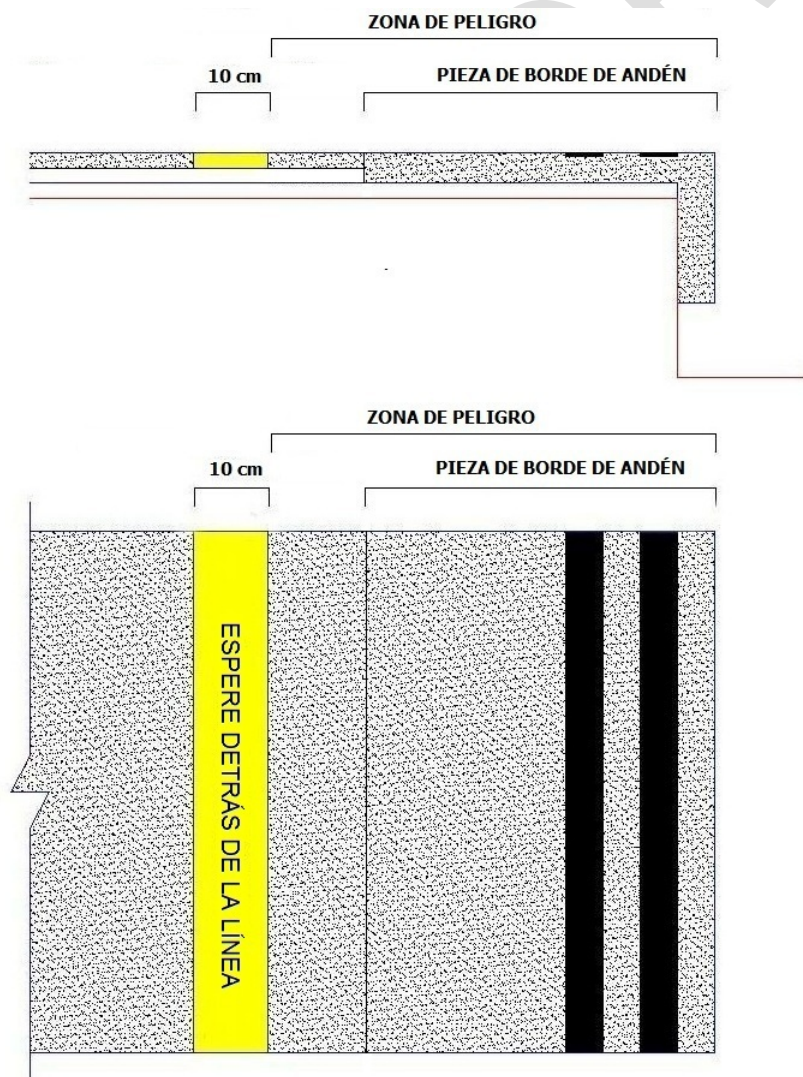
La configuración del borde del andén será la definida en la figura 4.1.4.7.3.2.b, en la que se podrá mantener la pieza de borde de andén existente, con una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 centímetros de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

A lo largo del andén se situarán señales de advertencia a fin de no invadir la zona de peligro con el siguiente texto *“ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA”* (en el anexo H se incluye un ejemplo de la señal). Se colocarán las señales en intervalos de 40-50 m cumpliendo lo indicado en la figura H.1.b del anexo H.

El marcado horizontal de la indicación *“ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA”* se realizará de acuerdo a lo indicado en la figura 4.1.4.7.3.2.a.3.

BORRADOR

Figura 4.1.4.7.3.2.b: Borde de andén en andenes existentes sin acondicionar.



4.1.4.7.4. Extremos de los andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.13 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida:

a) Andenes de nueva construcción y existentes acondicionados

Los extremos de los andenes deberán llevar tanto señalización visual como bandas podotáctiles.

La señalización visual consistirá en una señal vertical que indique *"PROHIBIDO EL PASO"*, así como un balizamiento horizontal consistente en una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 centímetros de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

Las bandas podotáctiles consistirán en una franja de solado de botones, de 60 centímetros de anchura, de material no deslizante (con coeficiente de deslizamiento Clase 2, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero), de color preferiblemente amarillo.

b) Andenes existentes sin acondicionar

Se dispondrá una señalización visual consistente en una señal vertical que indique *"PROHIBIDO EL PASO"*, así como una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 centímetros de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

4.1.4.7.5. Altura de andén

a) Andenes de nueva construcción:

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.9.2 y 7.7.15.6 de la ETI de infraestructura:

La altura nominal de los andenes (h_q) será de 55, 68 ó 76 cm sobre el plano de rodadura, dependiendo del servicio que presten.

En las líneas Santurtzi-Bilbao (Abando) y Muskiz-Desertu-Barakaldo la altura nominal de los andenes (h_q) será de 105 cm sobre el plano de rodadura.

El diseño de la estación preverá la posibilidad de unificar la altura de andén a 76 cm.

Es recomendable que en estaciones donde coexistan servicios de cercanías y de otro tipo, los andenes tengan un destino especializado en función de la naturaleza del servicio que presten.

a.1) Servicio de cercanías:

La altura de los andenes será de 68 cm.

a.2) Servicio de media distancia:

La altura de los andenes será de 68 cm ó 76 cm, admitiéndose en casos excepcionales debidamente justificados una altura diferente, siempre que se asegure una correcta accesibilidad.

a.3) Resto de servicios:

La altura de los andenes será de 76 cm, admitiéndose en casos excepcionales debidamente justificados, la altura de 55 cm.

Cuando no sea posible la especialización de andenes por servicio se adoptará una de las siguientes alturas de andén, 68 ó 76 cm. En estos casos, en la selección de la altura se primará el servicio a los viajeros, optando por la solución que aporte una mayor accesibilidad.

Las tolerancias para la altura de los andenes respecto el valor nominal son las indicadas en el cuadro 4.1.4.7.5.

Cuadro 4.1.4.7.5: Tolerancias para la altura de los andenes.

Actuación en vía	Tolerancias en andenes (mm)
Construcción, acondicionamiento o renovación de vía	(0,-10)
Mantenimiento de vía	(0,-30)

b) Andenes existentes:

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 7.4 de la ETI de infraestructura:

Será obligatorio el cumplimiento del requisito indicado para los andenes nuevos en los andenes existentes, cuando estén incluidos en el ámbito de actuación de las obras de acondicionamiento o renovación de la línea en que se integren.

En caso de renovación o acondicionamiento de la línea en que se integren los andenes, deberán aplicarse las siguientes condiciones:

b.1) Se permitirá la aplicación de alturas nominales de andén diferentes a las exigidas en el caso de andenes de nueva construcción por coherencia con un plan concreto de acondicionamiento o renovación de la línea en que se integren.

- b.2) Se permitirá la aplicación de otras alturas nominales de andén cuando para alcanzar la conformidad se precisen alteraciones estructurales de cualquier elemento portante.

4.1.4.7.6. Separación de andén

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.9.3 y 7.7.15.7 de la ETI de infraestructura:

Las distancias del borde del andén al eje de la vía ($b_{\text{andén, i/a}}$) se definen en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En el caso de vías de tres hilos adyacentes a andenes la ubicación del hilo común será la siguiente:

- Cuando en una estación se prevea la parada comercial de trenes de viajeros en la vía de ancho estándar europeo, el hilo común deberá ubicarse en el lado más próximo al andén. No obstante, de manera excepcional y en casos debidamente justificados, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria podrá aprobar la disposición alternativa del hilo común en dichos andenes siempre y cuando exista una gestión compartida del riesgo que implica el embarque y desembarque de viajeros en dichos andenes entre la empresa ferroviaria y el administrador de la infraestructura o el gestor de la estación.
- Cuando en una estación se prevea la parada comercial exclusiva de trenes de viajeros en la vía de ancho ibérico, el hilo común deberá ubicarse en el lado más alejado del andén.

4.1.4.7.7. Cruces de vía en andenes para viajeros

Cualquier referencia que se haga a estaciones, es extensiva a los apeaderos.

- a) Casos en los que se permiten cruces entre andenes y clase de protección mínima necesaria.

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.15(1) de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida se definen en el apartado 2.1.2.1 del libro segundo.

- b) Tipo de equipamiento de los cruces entre andenes

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.15(3) de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida se definen en el apartado 2.1.2.2 del libro segundo.

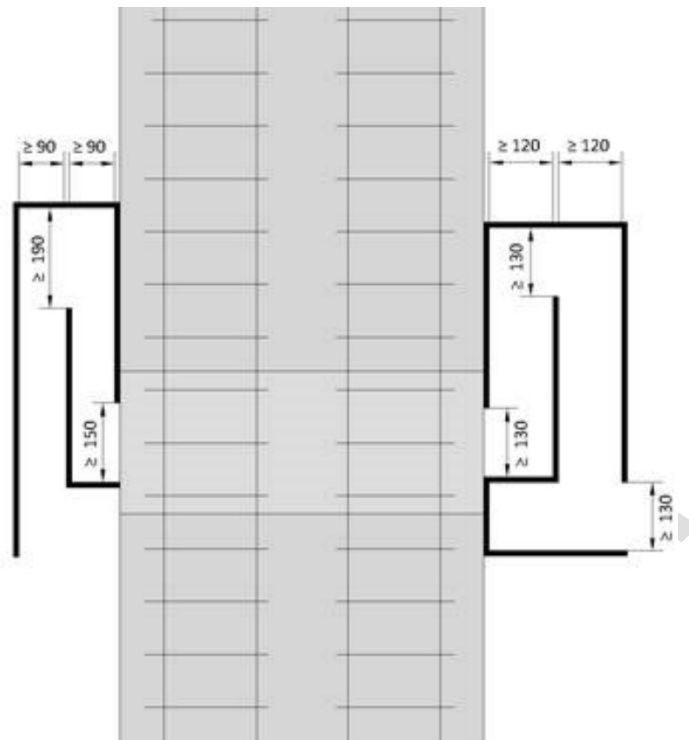
c) Características de los cruces entre andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.15(3) de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida:

Los cruces entre andenes deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La pendiente del cruce entre andenes será tan reducida como sea posible no superando en ningún caso el 4%.
- La diferencia de altura máxima entre la superficie del cruce entre andenes y la cabeza del carril no superará 14 mm, siendo recomendable que estén situados a la misma cota.
- Serán diseñados de forma que la distancia horizontal entre el borde de la superficie del cruce entre andenes próximo al carril y el propio carril sea menor o igual a 75 mm y la distancia vertical sea menor o igual a 50 mm. El borde de la superficie del cruce entre andenes deberá cumplir con el gálibo de implantación de obstáculos en partes bajas definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).
- Cuando por motivos de seguridad los accesos del cruce entre andenes dispongan de cambios de dirección para evitar el cruce involuntario o incontrolado de las vías, la anchura mínima tanto en los tramos rectos como en aquellos en que se cambie de dirección no puede ser inferior a 120 cm, si bien en el caso de acondicionamiento de instalaciones existentes se admite en casos excepcionales debidamente justificados un valor mínimo de 90 cm. En la figura 4.1.4.7.7.c.1 se muestra a modo de ejemplo algunas disposiciones que garantizan un espacio suficiente para la maniobrabilidad de las sillas de ruedas.
- Si además estos accesos presentan pendientes mayores del 4% en el sentido de la marcha, deberán ser tratados como una rampa, cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado d)

Figura 4.1.4.7.7.c.1: Ejemplo de disposiciones de los accesos de un cruce entre andenes.



NOTA: Cotas en cm.

- Deberá disponer del equipamiento de acuerdo al cuadro 2.1.2.1 del libro segundo.
- El cruce entre andenes deberá ser ortogonal al eje de la vía.

Los cruces entre andenes, de servicio, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Anchura mínima de 120 cm (para una longitud inferior a 10 metros) o de 160 cm (para una longitud igual o superior a 10 metros).
- La pendiente del cruce entre andenes será tan reducida como sea posible no superando en ningún caso el 4%.
- Serán diseñados de forma que la distancia horizontal entre el borde de la superficie del cruce entre andenes próximo al carril y el propio carril sea menor o igual a 75 mm y la distancia vertical sea menor o igual a 50 mm.
- Deberá disponer de equipamiento de protección de acuerdo a lo indicado en el apartado a) para los cruces entre andenes de servicio.
- El cruce entre andenes deberá ser ortogonal al eje de la vía.

En las figuras 4.1.4.7.7.c.2, 4.1.4.7.7.c.3 y 4.1.4.7.7.c.4 se incluye un ejemplo de equipamiento asociado a la clase 1-P para el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados).

En las figuras 4.1.4.7.7.c.5, 4.1.4.7.7.c.6 y 4.1.4.7.7.c.7 se incluye un ejemplo de equipamiento asociado a la clase 1-P para el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén.

BORRADOR

Figura 4.1.4.7.7.c.2: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Esquema general.

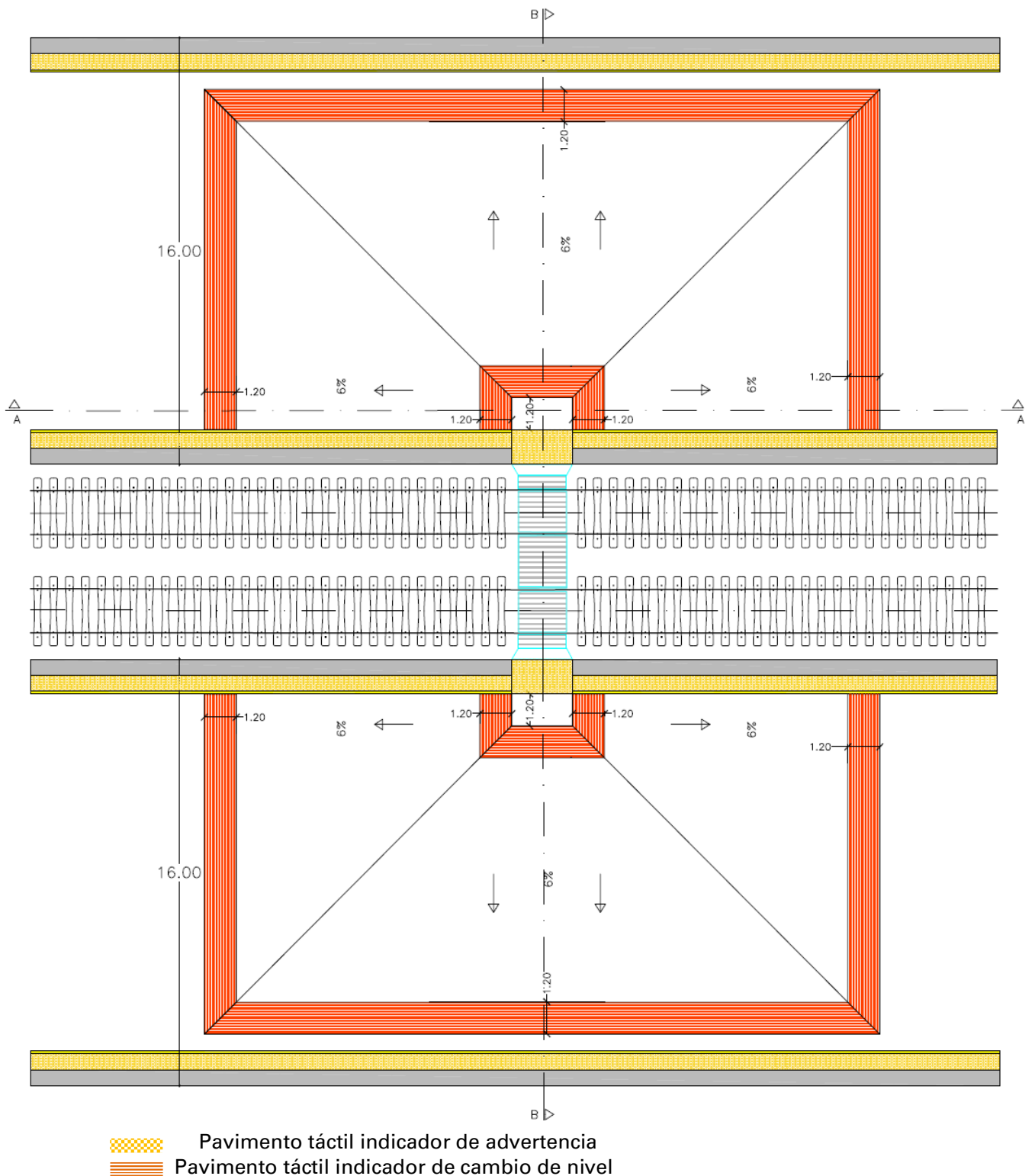


Figura 4.1.4.7.7.c.3: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Secciones.

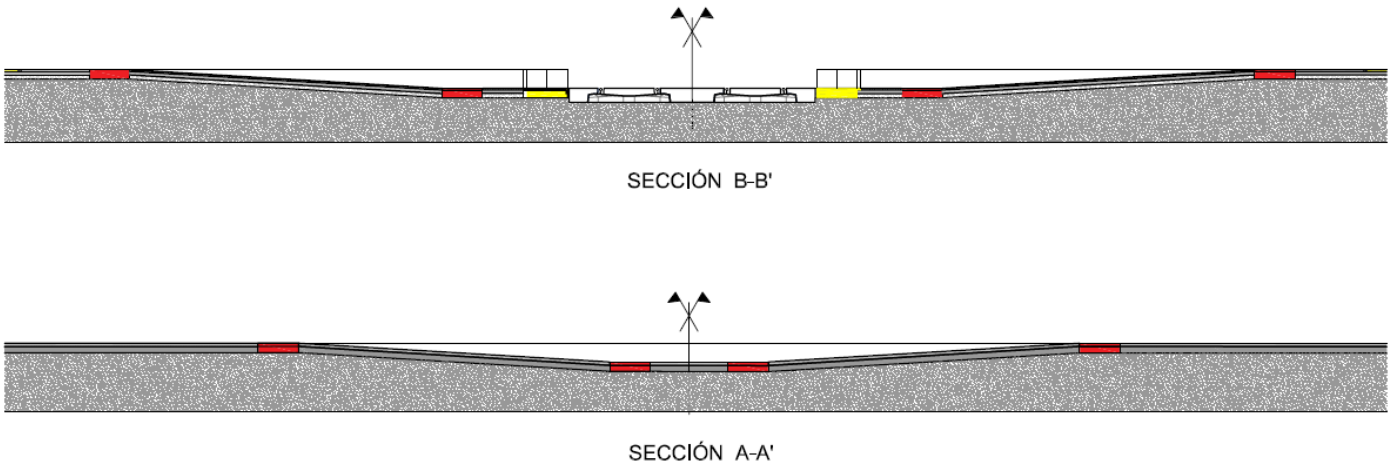
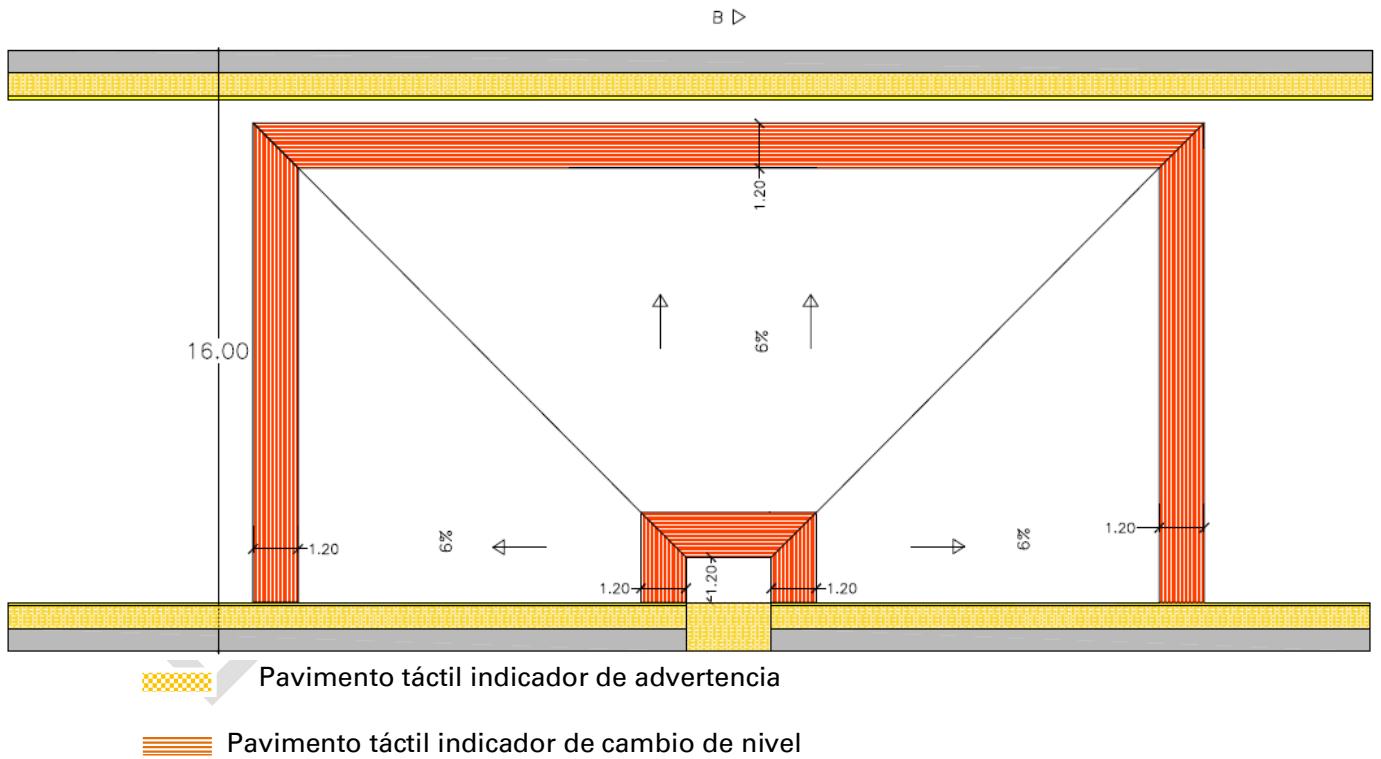
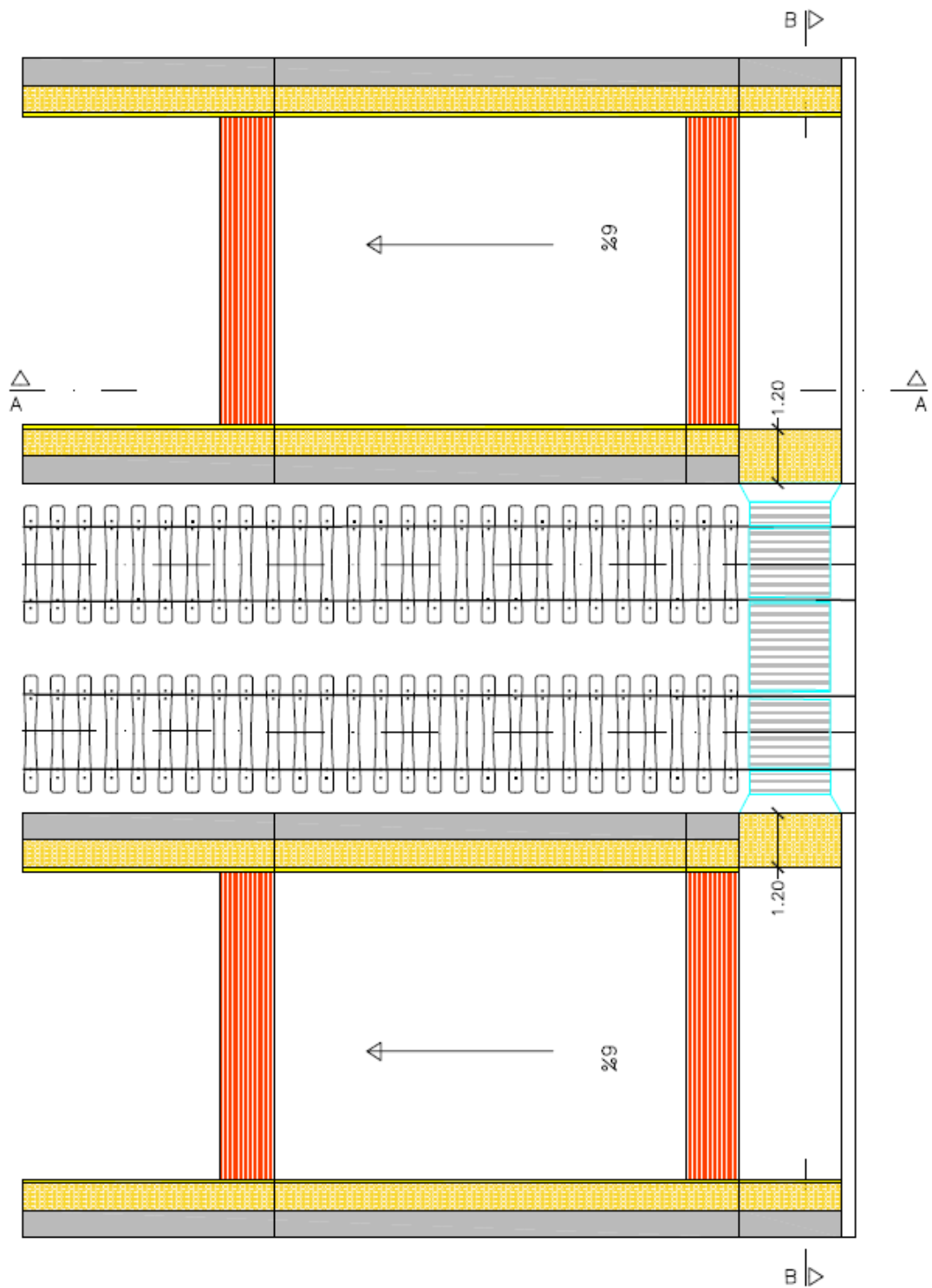


Figura 4.1.4.7.7.c.4: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Pavimentos.



NOTA: Cotas en m.

Figura 4.1.4.7.7.c.5: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Esquema general.





-  Pavimento táctil indicador de advertencia
-  Pavimento táctil indicador de cambio de nivel

Figura 4.1.4.7.7.c.6: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Secciones.

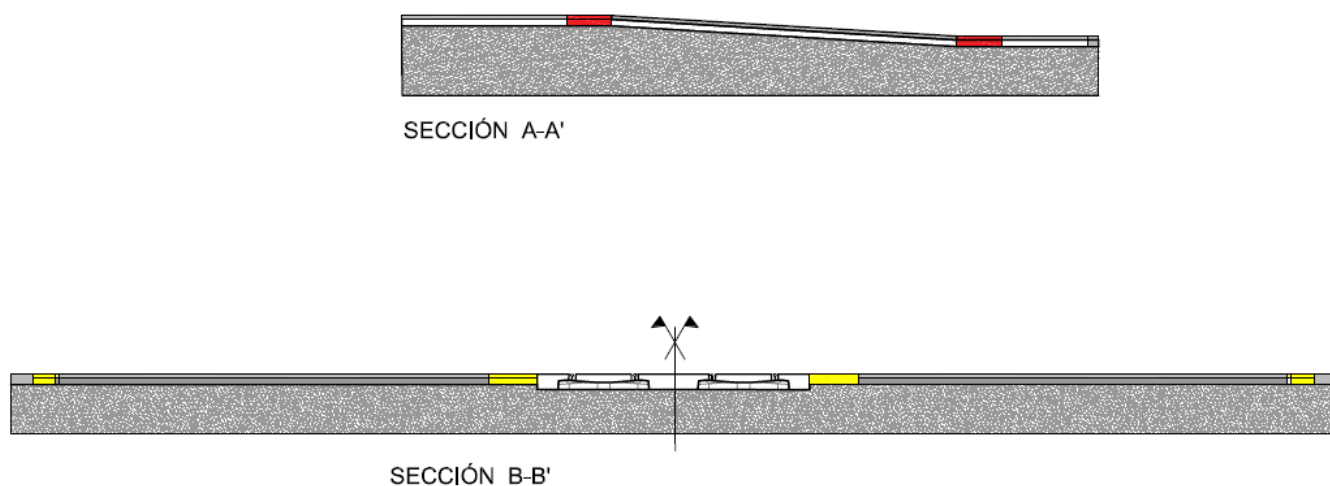
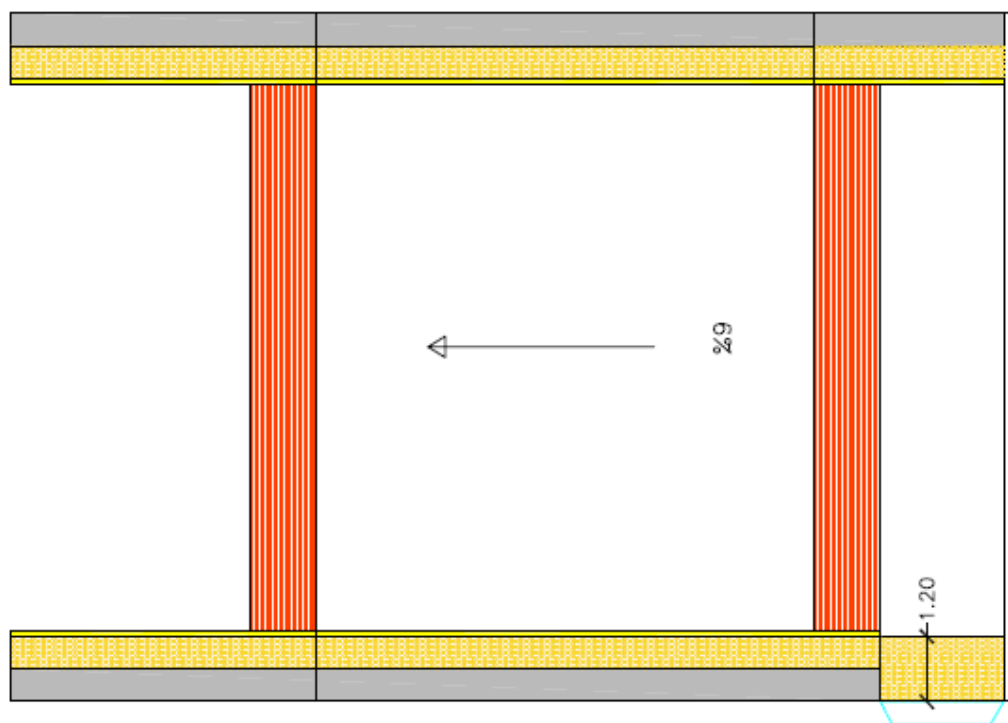




Figura 4.1.4.7.7.c.7: Ejemplo de equipamiento asociado a la clase tipo 1-P en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Pavimentos.



-  Pavimento táctil indicador de advertencia
-  Pavimento táctil indicador de cambio de nivel

NOTA: Cotas en m

d) Características de las rampas de acceso al cruce entre andenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.15 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

Las rampas de acceso a los cruces entre andenes deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La anchura mínima de la rampa será de 120 cm.
- Dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final con una longitud mayor de 120 cm en la dirección de la rampa.
- La pendiente longitudinal máxima será del 10% cuando la longitud del tramo de la rampa sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud del tramo sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos.
- La pendiente transversal será del 2%, como máximo.
- Los tramos tendrán una longitud de 9 m, como máximo. Cada 9 metros deberá existir una meseta horizontal. Las mesetas tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.
- En los andenes de nueva construcción se dispondrán pasamanos en la rampa de acceso al cruce entre andenes cuando la pendiente sea mayor o igual que el 6%. Los bordes libres de la rampa de acceso contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 10 cm de altura, como mínimo. Los pasamanos se dispondrán a dos niveles, el primero a una altura comprendida entre 65 y 75 cm y el segundo a una altura comprendida entre 90 y 110 cm. Los pasamanos deberán situarse fuera del galibo límite de implantación de obstáculos.
- En los andenes existentes acondicionados se dispondrán pasamanos en la rampa de acceso al cruce entre andenes en función de la pendiente y del espacio disponible.

4.1.4.8. Salud, Seguridad y Medio Ambiente

4.1.4.8.1. Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

En los proyectos de líneas nuevas y acondicionadas, a fin de dar cumplimiento a la legislación vigente en materia de ruido y vibraciones, y a lo requerido por la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) relativa al proyecto, se abordarán las siguientes actuaciones.

Se realizará un estudio de ruido y otro de vibraciones que contemplarán al menos las siguientes partes o fases:

a) Común al estudio de ruido y vibraciones

- Se realizará un análisis exhaustivo de toda la normativa de aplicación en materia de ruido y vibraciones, así como lo establecido en la DIA del proyecto.
- En base a este análisis se propondrá un marco de trabajo legal, unos niveles máximos admisibles para el proyecto, así como la metodología y los modelos de cálculo.
- Se realizará un inventario de los posibles receptores a lo largo del trazado del proyecto.
- Así mismo, se analizarán las zonas sensibles y las fuentes de ruido y vibraciones presentes y futuras, con el fin de tenerlas en consideración en los cálculos.
- Se realizará una campaña de mediciones en campo, con un doble objetivo:
 - Establecer los niveles actuales de vibraciones y ruido de fondo.
 - Ensayar o calibrar modelos predictivos.
- Posteriormente se obtendrán los niveles predictivos en las edificaciones sensibles, se compararán dichos resultados con los límites establecidos y se deducirá la necesidad o no de implantar medidas correctoras.
- Una vez realizada la propuesta de medidas de protección acústica y/o vibratoria, se debe comprobar que éstas son suficientes para cumplir con los objetivos marcados por las normativas de aplicación.

b) Estudio de ruido

- Predicción de niveles

Actualmente no existe en España ninguna metodología de cálculo oficial para realizar estimaciones de los niveles de inmisión de ruido que se producirán en el entorno de la traza de la nueva línea. En este sentido, tanto la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del

Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, como la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y los reglamentos que la desarrollan, recomiendan para el ruido ferroviario el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaí'96" ("Guías para el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996"), por el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial, 20 de noviembre 1996, concretamente el SRM II (método detallado). Para la adaptación de este método a las definiciones de Lden y Ln, deberá tenerse en cuenta la Recomendación 2003/613/CE, de 6 de agosto de 2003, relativa a orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, el procedente de aeronaves, el del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes.

Los indicadores considerados en el estudio acústico serán aquellos que establezcan la normativa vigente y/o la DIA de aplicación al proyecto.

- Propuesta de solución de protección

Las medidas de protección frente al ruido generado por la nueva línea se proyectarán bien en el proyecto de plataforma/obra civil, o bien en un proyecto específico de protecciones acústicas, independiente del anterior. En el segundo caso, el proyecto de plataforma/obra civil deberá incluir al menos un estudio acústico previo que concluya con una propuesta de ubicación de medidas correctoras (pantallas), con objeto de tenerlas en cuenta en el dimensionamiento de las estructuras.

Las medidas de protección se diseñarán de forma que prevalezcan las soluciones destinadas a aislar la fuente para proteger al receptor o receptores.

c) Estudio de vibraciones

- Predicción de niveles

Actualmente tampoco existe en España ninguna metodología de cálculo oficial para realizar estimaciones de los niveles vibratorios que se producirán en el entorno de la traza de una nueva línea. En este caso, además, tampoco existe una metodología de cálculo a nivel europeo que haya sido hasta la fecha respaldada por ningún texto legal.

Por tanto, la metodología de trabajo a utilizar en el estudio vibratorio deberá ser expuesta de antemano y aprobada por el promotor del estudio.

Se calculará el nivel vibratorio previsible para cada uno de los potenciales receptores susceptibles de afección por la nueva línea, partiendo de los datos de la traza, las mediciones realizadas, las características geotécnicas de cada punto, la estructura de las edificaciones, la calidad de la vía y el espectro de emisión de los trenes considerados.

- Propuesta de solución de protección

El estudio vibratorio concluirá con una serie de recomendaciones a tener en cuenta en el diseño de la plataforma y la vía, centradas principalmente en definir las medidas aislantes a disponer en la nueva línea.

Las medidas de protección se diseñarán de manera que prevalezcan las soluciones destinadas a aislar la fuente para proteger al receptor, acudiendo únicamente a las soluciones basadas en aislar al receptor cuando no sea económicamente viable lo primero.

Como norma general, los resultados de los estudios vibratorios se incorporarán a los proyectos de vía, cuando éstos se tramiten de forma independiente a los de plataforma. Las medidas de protección deberán quedar perfectamente definidas y valoradas en el citado proyecto.

Cuando las medidas de protección previstas afecten a ambos proyectos, se deberán coordinar adecuadamente las actuaciones en cada uno de ellos, en caso de que se tramiten de forma separada.

En los proyectos de plataforma y vía, las medidas de protección deberán quedar perfectamente definidas y valoradas en el citado proyecto.

4.1.4.8.2. Resistencia eléctrica de la vía (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La vía contará con el aislamiento necesario para las corrientes de señalización utilizadas por los sistemas de detección de trenes. La resistencia eléctrica mínima requerida es 3 Ω km. Se permite que el administrador de infraestructuras imponga una resistencia superior, cuando así lo exijan determinados sistemas de control-mando y señalización.

4.1.4.8.3. Efecto de los vientos transversales

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.10.2 de la ETI de infraestructura:

Los vehículos interoperables están proyectados para asegurar un cierto nivel de estabilidad frente a los vientos transversales, que se define en la normativa nacional de material rodante por referencia a un conjunto de curvas de viento características.

El objetivo de seguridad frente a vientos transversales que debe alcanzarse y las normas para acreditar la conformidad se ajustarán a las normas nacionales. Las normas para acreditar la conformidad tendrán en cuenta las curvas de viento características, definidas en la normativa nacional de material rodante.

Cuando no sea posible alcanzar condiciones seguras sin recurrir a medidas de atenuación, bien por la situación geográfica o por otras características de la línea, el administrador de infraestructuras tomará las medidas necesarias para mantener el nivel de seguridad frente a vientos transversales. Estas medidas podrán consistir en:

- Protección pasiva, estableciendo dispositivos que protejan la vía de los efectos del viento transversal, o por cualquier otro medio adecuado. En estos casos se demostrará que las medidas tomadas alcanzan el objetivo de seguridad.
- Protección activa, consistente en la regulación del tráfico en base a la información obtenida de estaciones meteorológicas. Este tipo de protección se traduce en la imposición de una limitación temporal de velocidad a los trenes cuando se predice un viento inapropiado para la operación normal de la explotación.

En el anexo L se describe el procedimiento técnico general para la caracterización de las líneas con códigos de tráfico P1 y P2, de nueva construcción, en relación con el viento lateral.

4.1.4.8.4. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Pasos a nivel

A fin de limitar los riesgos de colisión entre los vehículos de carretera y los trenes, los nuevos cruces de carreteras o caminos con líneas férreas se realizarán a distinto nivel.

Se exceptúa el caso caso de las intersecciones contempladas en los apartados 2 y 3 del artículo 47 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, así como los pasos a nivel provisionales regulados en el artículo 48.

b) Cerramientos

Las puertas laterales situadas en el cerramiento, deberán de estar rotuladas, indicando el punto kilométrico donde se encuentran y el número de la vía contigua. Estas puertas deberán de estar aseguradas con cadena anticorte y candado homologado de seguridad único. Se consultará al administrador de infraestructuras (mantenimiento, protección civil y seguridad) con el fin de optimizar la ubicación de las puertas. De no conocerse la ubicación en la fase de proyecto, se estimará una distribución de puertas al tresbolillo, con una distancia entre puertas de 2000 metros como máximo a cada lado.

En los recintos portuarios que no estén abiertos a las personas ajenas a la actividad portuaria, y cuenten con control de accesos y cerramiento perimetral, éste podrá ser considerado como el de la línea ferroviaria siempre que la circulación se realice en régimen de marcha a la vista y a velocidad inferior a 40 km/h.

A fin de evitar el acceso e intrusiones indeseables de personas, animales o vehículos a las líneas ferroviarias, se instalará un cerramiento en las condiciones siguientes:

- Los cerramientos se instalarán conforme lo indicado en el artículo 64 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- Las zonas adyacentes a las bocas de los túneles urbanos o de más de 5 km de longitud, serán protegidas con vallados especiales, incluso sensorizados, y puertas dotadas de cadena anticorte y candado homologado de seguridad, que impidan el acceso físico de personas y animales.

c) Caminos laterales

Se garantizará el acceso a las puertas del cerramiento de la infraestructura mediante caminos laterales.

4.1.4.8.5. Evacuación fuera de los túneles *(parámetro no incluido en las ETI de infraestructura y de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida)*

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

- a) Espacio lateral para los viajeros y el personal a bordo del tren, en caso de evacuación fuera de las estaciones

Todas las categorías de líneas:

En las vías generales existirá un espacio lateral a ambos lados y a lo largo de la plataforma de la infraestructura ferroviaria, a modo de pasillos longitudinales, con objeto de permitir una posible evacuación, a lugar seguro, de los viajeros y del personal de a bordo de un tren que ha tenido una incidencia.

Estos pasillos existirán tanto en las obras de tierra, como en las obras de fábrica, siendo unos, continuidad de los otros. Dichos pasillos se encontrarán libres de obstáculos con el fin de facilitar la evacuación.

En las estructuras que soporten las vías, el lado del espacio lateral más alejado de las vías contará con una barrera de seguridad.

Los proyectos de líneas nuevas o los de acondicionamiento de líneas que contengan tramos con trazado nuevo, deberán incluir un estudio de evacuación de los trenes en todas las zonas en que se proyecten nuevas explanaciones, estructuras o túneles, así como los elementos constructivos que resulten del estudio anterior.

El sistema de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructuras incluirá los procedimientos necesarios para la comunicación a las empresas ferroviarias sobre las formas en que ha de llevarse a cabo la evacuación.

Líneas nuevas:

Se dispondrá un espacio lateral a lo largo de cada vía, con el fin de que en caso de evacuación pudiera ser utilizado por los viajeros y el personal a bordo del tren.

Líneas acondicionadas:

Deberá crearse un espacio lateral donde sea razonablemente realizable.

En los lugares en que el acondicionamiento implique una intervención en la plataforma se dispondrá un espacio lateral a lo largo de cada vía, con el fin de que en caso de evacuación pudiera ser utilizado por los viajeros y el personal a bordo del tren.

b) Evacuación en estaciones

El diseño de la estación deberá contar con un estudio de evacuación, que tenga en cuenta las situaciones de emergencia que impliquen la evacuación de la estación y/o los viajeros de los trenes. Como resultado de dicho estudio se diseñarán las rutas y recorridos destinados a la evacuación.

En el anexo P se define el procedimiento para el cálculo de la ocupación total en estaciones ferroviarias de viajeros, que será preceptivo al objeto de

realizar el estudio de evacuación así como para el análisis de la necesidad de elaborar un Plan de Autoprotección, de acuerdo al Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo (Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia) y su normativa autonómica de desarrollo.

4.1.4.8.6. Levante de balasto

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.10.3 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.1.1 del libro segundo.

4.1.4.8.7. Detectores de cajas de grasa calientes (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Todas las categorías de línea

Se deberá elegir la ubicación de los detectores de las cajas de grasa calientes a fin de minimizar las situaciones en que se puedan producir falsas alarmas. Para su ubicación se deberán tener en cuenta los siguientes requisitos:

a) Generales:

- Alejado de las zonas de frenado o de paradas comerciales o pueda estar sometido el tren a aceleraciones o deceleraciones.
- Alejado de agujas y cruzamientos, a no menos de 500 m.
- En trayecto se sitúan en puntos intermedios entre estaciones o apartaderos, y a una distancia suficientemente alejada para que en caso de detección de alarma pueda apartarse el tren en éstos.
- Protegiendo puntos de entrada a la línea.
- Fácil acceso por carretera que facilite su mantenimiento.
- Considerar la incidencia directa de la luz solar sobre el detector, para evitar falsas alarmas.

b) Túneles:

En aquellas líneas que dispongan de túneles de longitud superior a 1000 m se instalarán fuera de los mismos, a una distancia suficiente que permita, ante una alarma de caja de grasa caliente, detener el tren sin entrar en el túnel, con frenado de servicio. A estos efectos, dos o más túneles

consecutivos serán considerados como un único túnel si se cumplen las condiciones indicadas en el apartado 4.1.4.9.13.a).

c) Viaductos:

En aquellas líneas que dispongan de viaductos los detectores se instalarán fuera de los mismos, a una distancia suficiente que permita, ante una alarma de caja de grasa caliente, detener el tren sin entrar en el viaducto, con frenado de servicio.

Líneas con tráfico exclusivo de viajeros y tráfico mixto

En las líneas con tráfico exclusivo de viajeros y tráfico mixto, adicionalmente se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- Cada 100 km de línea deberá haber como mínimo 2 detectores, para en caso de avería de uno de ellos no permitir que se pueda producir la situación de un intervalo de 100 km sin proteger.
- La separación entre detectores estará en el rango entre 30 y 60 km.
- Se protegerán con detectores los puntos de entrada a la línea, situándolos a una distancia de éstos de menos de 20 km. Deberá existir la posibilidad de apartar la composición con incidencia entre el detector y la entrada a la línea.
- A fin de evitar zonas de frenado o de aceleración, no se situarán en los tramos con velocidad máxima de trayecto igual o superior a 200 km/h los detectores a menos de 5 km de las señales de entrada a una estación comercial, bifurcación o ramal.

Líneas con tráfico de mercancías

Será necesario realizar un estudio particularizado donde se tengan en cuenta otros factores, tales como el tipo del material autorizado a circular y los condicionantes de la infraestructura y explotación de la línea.

4.1.4.9. Seguridad en los túneles ferroviarios

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a túneles nuevos. En el caso de túneles existentes se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 7.4.2.

Los parámetros relativos al subsistema de energía se definen en el apartado 4.1.2.5 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y

construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden), siendo los siguientes:

- Segmentación de la línea de contacto.
- Puesta a tierra de la línea de contacto.

El diseño de los túneles se realizará de modo que se permita la circulación de trenes de categoría A, salvo en aquellos casos en que se prevea exclusivamente la circulación de trenes de categoría B que requerirá la autorización de la Autoridad Ferroviaria.

Nota: El material rodante de viajeros de categoría A (incluidas las locomotoras de trenes de viajeros) es aquel que es apto para circular por las líneas donde la distancia entre los puntos de lucha contra incendios o la longitud de los túneles no supere 5 km.

El material rodante de viajeros de categoría B (incluidas las locomotoras de trenes de viajeros) es aquel que es apto para circular por todos los túneles independientemente de la longitud de los mismos.

Los proyectos constructivos de los túneles definirán para los diferentes tipos de incidentes o accidentes considerados en el estudio de riesgos los tiempos necesarios para permitir la evacuación de los viajeros y la intervención de los servicios de intervención en emergencias (en este caso se realizarán las correspondientes consultas). Los tiempos resultantes servirán, entre otros factores, para el dimensionamiento de la resistencia al fuego de las estructuras del túnel y la fiabilidad de las instalaciones eléctricas relevantes (alumbrado y comunicaciones de emergencia).

La pendiente mínima longitudinal de túnel será de 5 mm/m excepto en estaciones en que se deberá cumplir el apartado 4.1.4.1.3 del presente libro.

4.1.4.9.1. Efecto pistón en las estaciones subterráneas (*parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este apartado se aplica a todos los túneles independientemente de su longitud, que tengan estaciones subterráneas.

Las variaciones de presión pueden comunicarse entre los volúmenes cerrados por los que circulan los trenes y los demás volúmenes de la estación, lo cual puede crear corrientes de aire y turbulencias que pueden afectar de manera directa a los viajeros que se encuentren en los andenes.

Como cada estación subterránea es un caso especial, no existe una norma única para cuantificar estos efectos. Por consiguiente, ha de ser objeto de un estudio particular, salvo si los volúmenes de la estación pueden aislarse de los volúmenes sometidos a variaciones de presión mediante aberturas

directas al aire libre exterior, de sección al menos igual a la mitad de la sección del túnel de acceso.

4.1.4.9.2. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.10.1 de la ETI de infraestructura:

Este apartado se aplica a todos los túneles de longitud igual o superior a 200 m.

Los túneles y estructuras subterráneas con velocidad máxima de trayecto igual o superior a 200 km/h deberán diseñarse siempre de forma que se verifiquen los criterios indicados a continuación. No obstante, el promotor podrá exigir el cumplimiento de dichos requisitos también en el caso de túneles y estructuras subterráneas con velocidad máxima de trayecto inferior a 200 km/h, siempre que esté técnicamente justificado.

a) Criterio de salud:

La variación máxima de presión (diferencia entre los valores máximos y mínimos absolutos de sobrepresión y depresión) en todos los puntos del exterior de cualquier tren interoperable, no excederá de 10 kPa durante el tiempo de paso de los trenes por el túnel o estructura subterránea. En cualquier caso, dicha comprobación deberá realizarse a la velocidad máxima de trayecto en el túnel.

b) Criterio de confort:

Con este criterio se limitan las variaciones de presión en el interior de los trenes, realizándose los cálculos en una situación normal de explotación, sin considerarse casos poco frecuentes, que quedarían cubiertos por el criterio de salud.

En el caso de túneles de vía única la variación máxima de presión en un tren convencional moderno no estanco, en un intervalo de cuatro segundos no excederá de 2,0 kPa.

En el caso de los túneles con vía doble se considerará el cruce de dos trenes, uno de alta velocidad estanco con otro convencional moderno no estanco (admitiéndose una estanqueidad pasiva de 0,5 segundos al no tener ventanas practicables), con el desfase pésimo. La variación máxima de presión en el tren convencional no estanco en un intervalo de 4 segundos no excederá de 4kPa.

Adicionalmente, tanto en los túneles de vía única como vía doble, se realizará una segunda comprobación considerando únicamente trenes

estancos, con una estanqueidad de 6 segundos. La variación máxima de presión no excederá los siguientes límites:

- 1,0 kPa en un periodo de 1 segundo.
- 2,0 kPa en un periodo de 10 segundos.

En el cuadro 4.1.4.9.2.b se resumen las máximas variaciones de presión permitidas por tipo de tren y túnel.

Cuadro 4.1.4.9.2.b: Máximas variaciones de presión por criterio de confort.

TRENES	TÚNELES	Diferencia de presión [kPa]	t [s]
NO ESTANCOS	VÍA ÚNICA	2,0	4
	VÍA DOBLE	4,0	4
ESTANCOS	VÍA ÚNICA Y VÍA DOBLE	1,0	1
		2,0	10

c) Resistencia frente a los efectos aerodinámicos de las instalaciones y elementos del túnel:

Todas las instalaciones y elementos del túnel, tales como aparatos de alumbrado, BIEs (armario y devanadera), sistemas de detección de incendios, señales, ventiladores, puertas, tapas de registros, etc., que estén afectados por las variaciones de presión generadas por el paso de los trenes deberán garantizar, en condiciones estáticas, una resistencia a una sobrepresión de 0 a 7,5 kPa, y a una succión de 0 a -7,5 kPa, sin que se produzcan roturas ni deformaciones que afecten a su funcionalidad. Estas exigencias serán aplicables a todos los componentes del túnel, independientemente de su posición respecto a las bocas o estaciones subterráneas. Para llevar a cabo la comprobación anterior se someterán los elementos del túnel a un ensayo estático doble en una cámara, aplicándose gradualmente una presión creciente de 0 a 7,5 Kpa y posteriormente se volverá a hacer lo mismo aplicando una succión.

4.1.4.9.3. Sección transversal del túnel (*parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

En el dimensionado de la sección transversal de túneles de nueva construcción, además de los criterios de salud y confort, el proyectista deberá cumplir los siguientes requisitos en todos los túneles independientemente de su longitud, excepto en el caso del último requisito de aplicación en túneles de longitud determinada:

- Verificar el gálibo de implantación de obstáculos.
- Realizar la captación de corriente para la tracción de forma segura y estable, teniendo en cuenta los efectos aerodinámicos producidos por el paso de los trenes. Esto influye en la disposición y altura de catenaria, resguardos, etc.
- Dar cabida a las instalaciones de los diferentes subsistemas, con los resguardos necesarios, de forma que soporten los efectos aerodinámicos producidos por el paso de los trenes.
- Permitir la evacuación rápida de los viajeros en caso de accidente. Para ello se deberán respetar las especificaciones de los apartados 4.1.4.9.7 y 4.1.4.9.8 del presente libro.

4.1.4.9.4. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.1 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado se aplica a todos los túneles de longitud igual o superior a 100 m.

En las puertas de acceso a las salas técnicas y salidas de emergencia, se instalarán cerraduras de seguridad adecuadas, con llave unificada no duplicable de forma estándar, para evitar el acceso no autorizado desde el exterior. Desde el interior las puertas deberán poder abrirse siempre, sin necesidad de llave, para permitir la evacuación.

Además, en todos los accesos desde el exterior a las bocas y salidas de emergencia de los túneles de más de 1000 m de longitud, se instalarán un sistema de detección de presencia y videocámaras de vigilancia con sistema de grabación, conectados con el Centro de Control de Protección y Seguridad del administrador de la infraestructura.

Las señales transmitidas por los sistemas de vídeo e intrusión deberán ser totalmente compatibles y de fácil integración en la interfaz de representación y gestión del resto de instalaciones, situada en el Centro de Control de Protección y Seguridad.

4.1.4.9.5. Protección y seguridad contra incendios

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.1.2, 4.2.1.3 y 4.2.1.4 de la ETI de seguridad en túneles:

Los siguientes requisitos de protección y seguridad contra incendios se aplican a todos los túneles de longitud igual o superior a 100 m.

- a) Requisitos de resistencia al fuego para los elementos estructurales del túnel y de las dependencias anejas.

Este apartado es de aplicación a todos los elementos portantes de la estructura, tengan o no función separadora, tales como: revestimiento-sostenimiento, contrabóveda, bóveda, hastiales, vigas, pilares, forjados, losas, pantallas, etc.

Las puertas de emergencia que den acceso a una zona segura no se consideran parte de los elementos estructurales del túnel.

En caso de incendio, la superficie del intradós del túnel deberá mantener su integridad (E), según el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre (por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego) y la norma UNE-EN 13501-2, durante un período de tiempo compatible con el escenario de evacuación descrito en el Plan de Autoprotección y no inferior a 2 horas (E-120), de forma que sea posible llevar a cabo el autorrescate y la evacuación de los viajeros y del personal a bordo del tren, así como la actuación de los servicios de intervención en emergencias sin riesgo de colapso estructural, ni de desprendimiento de ninguna parte de la estructura.

Además, los túneles sumergidos o susceptibles de producir el colapso de estructuras importantes y próximas deberán mantener su capacidad portante (R), según el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, y la norma UNE-EN 13501-2, durante un período de tiempo compatible con la evacuación de las zonas dañadas del túnel y de dichas estructuras próximas. En cualquier caso, dicho periodo de tiempo se recogerá en el Plan de Autoprotección.

Los elementos estructurales pertenecientes al túnel de línea se diseñarán de modo que ante un fallo local de la estructura no se produzca el colapso generalizado de ésta.

Para evaluar la resistencia al fuego de los elementos estructurales, se emplearán las “curvas temporales de temperatura” siguientes:

- a.1) Elementos estructurales pertenecientes al túnel de línea cuyo fallo debido al fuego se considera inaceptable:

Se trata del caso por ejemplo de túneles sumergidos o situados en entorno urbano cuyo colapso puede generar graves consecuencias humanas y económicas.

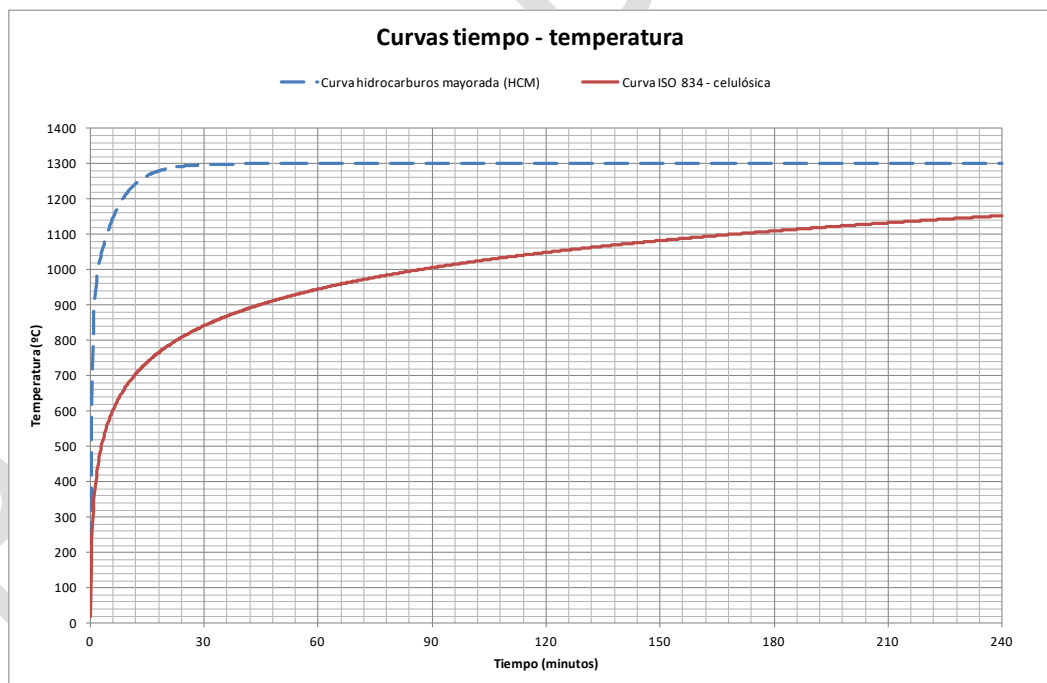
Se deberá emplear la “curva temporal de temperatura” de hidrocarburos mayorada (HCM) representada por la ecuación siguiente e indicada gráficamente en la figura 4.1.4.9.5.a.1.

$$T = 1280(1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20$$

siendo:

T: Temperatura, (°C)
t: Tiempo, (minutos)

Cuadro 4.1.4.9.5.a.1: Curvas temporales de temperatura de hidrocarburos mayorada (HCM) e ISO 834.



- a.2) Elementos estructurales pertenecientes al túnel de línea cuyo fallo debido al fuego no genera graves consecuencias humanas y económicas, y elementos estructurales no pertenecientes al túnel de línea:

Se trata del caso general, debiendo emplear la “curva temporal de temperatura” ISO 834 (norma ISO 834-1) representada por la ecuación siguiente e indicada gráficamente en la figura 4.1.4.9.5.a.1.

$$T = 345 \log(8t + 1) + 20$$

siendo:

T: Temperatura, (°C)

t: Tiempo, (minutos)

Adicionalmente a todo lo anterior, los elementos estructurales con función separadora frente al fuego deberán mantener su integridad al fuego (E) y aislamiento térmico (I), según el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, y la norma UNE-EN 13501-2, durante un período de tiempo no inferior a dos horas (EI-120). El escenario de fuego será el representado por la curva ISO 834 (norma ISO 834-1).

Para cumplir los requisitos de resistencia al fuego indicados en los párrafos anteriores, podrán usarse revestimientos protectores debidamente ensayados, que demuestren su capacidad para resistir las acciones térmicas, mecánicas (estáticas y dinámicas), ambientales, etc., a las que puedan estar sometidos, de forma que se garantice su durabilidad y adecuado funcionamiento durante su vida útil.

En el proyecto se deberán incluir expresamente los cálculos justificativos y/o ensayos correspondientes a todos los elementos estructurales, que confirmen el cumplimiento de los requisitos de resistencia al fuego indicados anteriormente.

Para prevenir el desconchamiento del hormigón (efecto de spalling), se incluirá en el revestimiento de los túneles una dosificación de micro-fibras de polipropileno de 2 kg/m³. Valores menores de esta dosificación se justificarán de manera adecuada por medio de ensayos a escala real.

La dosificación anterior se ha supuesto para fibras con las siguientes características: el tamaño de las fibras a utilizar se establece entre 10 y 30 mm de longitud y un diámetro de entre 16 y 32 μm y con un punto de fusión de 160° C. Para otros valores distintos a estos se recomienda también la justificación de otras dosificaciones y características de las fibras mediante ensayos de fuego.

- b) Requisitos de resistencia al fuego para los elementos no estructurales e instalaciones del túnel y dependencias anejas.

Este apartado es de aplicación a todos los elementos que no formen parte de la estructura del túnel ni de sus dependencias anejas, pero que tengan una función separadora frente al fuego (particiones, techos, suelos técnicos, puertas, etc.). También es de aplicación a determinados componentes de las instalaciones (conductos y canalizaciones de cables o servicios, conductos de ventilación y/o extracción de humos, elementos de sellado de huecos de paso de instalaciones eléctricas o de tuberías, ventiladores, cables, etc.) situados en el propio túnel o en dependencias anejas.

La resistencia al fuego de dichos elementos será la indicada en el cuadro 4.1.4.9.5.b, y deberá ser contrastada mediante el correspondiente ensayo, utilizando para ello un escenario de fuego representado por la curva ISO 834 (norma ISO 834-1).

Cuadro 4.1.4.9.5.b: Resistencia al fuego exigida a los elementos no estructurales e instalaciones del túnel y dependencias anejas.

Elemento constructivo	Resistencia al fuego exigida (Real Decreto 842/2013)	Norma de referencia
Particiones.	EI 120	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1364-1
Falsos techos independientes.	EI 120	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1364-2
Suelos técnicos.	REI 30	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1366-6
Puertas y elementos practicables.	EI 120 C5	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1364-1
Conductos y canalizaciones de servicios ⁽¹⁾ .	EI 120	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1366-5
Conductos de ventilación.	EI 120	UNE-EN 13501-3 UNE-EN 1366-1
Conductos de extracción de humos.	EI 120	UNE-EN 13501-4 UNE-EN 1363-1 UNE-EN 1363-2 UNE-EN 1366-8 EN 12101-7
Elementos de sellado de pasos de cables o de tuberías.	EI 120	UNE-EN 13501-2 UNE-EN 1366-3 UNE-EN 1366-4
Ventiladores.	F ₄₀₀ 120	UNE-EN 13501-4 UNE-EN 1363-1 UNE-EN 12101-3 ISO 834-1
Cables no protegidos frente al fuego, utilizados en los circuitos de emergencia de los túneles (energía y comunicaciones) ⁽²⁾ .	P120, PH120	UNE-EN 50362 UNE-EN 50200

Elemento constructivo	Resistencia al fuego exigida (Real Decreto 842/2013)	Norma de referencia
Cables protegidos frente al fuego excepto cables coaxiales, utilizados en los circuitos de emergencia de los túneles (energía y comunicaciones) ⁽²⁾ ⁽³⁾ .	P15, PH15	UNE-EN 50362 UNE-EN 50200

⁽¹⁾ Entre las canalizaciones se incluyen las canaletas cubiertas.

⁽²⁾ Se excluyen de cumplir los requisitos los cables pertenecientes a sistemas cuya funcionalidad queda asegurada mediante redundancia.

⁽³⁾ Cables protegidos por canalizaciones que cumplan las especificaciones del cuadro.

Para cumplir los requisitos de resistencia al fuego indicados en el cuadro anterior, podrán usarse revestimientos protectores debidamente ensayados, que demuestren su capacidad para resistir las acciones a las que puedan estar sometidos durante su vida útil.

Todos los materiales y equipos empleados deberán disponer de los correspondientes ensayos o certificados de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

c) Requisitos de reacción al fuego para los productos, materiales de construcción e instalaciones del túnel y de sus dependencias anejas

Los productos y materiales empleados en la construcción del túnel y dependencias anejas, así como en sus instalaciones, serán poco inflamables o estarán protegidos del fuego, según los requisitos del proyecto, debiendo cumplir los requisitos del Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Los elementos estructurales del túnel (revestimiento, sostenimiento, bóveda, contrabóveda, pantallas, losas, forjados, galerías, etc.) cumplirán los requisitos de la clase A2, según el Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015.

Los elementos no estructurales (falsos techos, suelos técnicos, puertas, paneles verticales, tabiques, etc.) y los equipamientos (carriles, traviesas, elementos de apoyo y sujeción del carril, estructura de soporte de la vía, materiales de relleno en solera, elementos de drenaje, canalizaciones de servicios, pasillos de evacuación, solados, escaleras, instalaciones, etc.) cumplirán los requisitos de la clase B, según el Reglamento Delegado

(UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015, y la norma UNE-EN 13501-1.

Los ensayos para la comprobación de la reacción al fuego se realizarán de acuerdo a las normas UNE-EN 13823 y la UNE-EN ISO 11925-2.

Para el resto de equipamientos, la reacción al fuego exigida será la indicada en el cuadro 4.1.4.9.5.c.

Cuadro 4.1.4.9.5.c: Reacción al fuego exigida a parte de los equipamientos de los túneles.

Instalaciones	Reacción al fuego exigida
Luminarias de emergencia.	B
Pasamanos.	B
Carteles de señalización y balizamiento.	B
Bocas de Incendio Equipadas (BIE).	B
Cajas y armarios para equipos eléctricos y electrónicos.	B
Cables eléctricos no protegidos.	<p>Tendrán las siguientes características de reacción al fuego:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja capacidad de propagación de la llama. • Baja capacidad de desprendimiento de calor. • Baja densidad de los humos emitidos. • Humos libres de gases halógenos. • Baja acidez y corrosividad de los gases. <p>Estas exigencias se cumplen si los cables satisfacen como mínimo los requisitos de la clase B2_{ca}, s1a, a1⁽¹⁾.</p>
Cables eléctricos protegidos.	E _{ca}

⁽¹⁾ Si la clase de los cables es inferior a B2_{ca}, s1a, a1, esta podrá ser seleccionada por el promotor tras una evaluación del riesgo, teniendo en cuenta las características del túnel y el tipo de operación prevista. Para evitar dudas, pueden utilizarse diferentes clases de cables para distintas instalaciones dentro del mismo túnel, siempre que se cumplan los requisitos de la presente nota.

Para cumplir los requisitos de resistencia y de reacción al fuego de los cables, se permite el uso de elementos de protección pasiva siempre que se justifique la ausencia de cortocircuito o de interrupción de corriente durante 120 minutos mediante ensayo que represente la condición de uso acorde a la norma DIN 4102-12.

Al objeto de reducir la carga de fuego y la emisión de gases tóxicos, los cables fuera de uso deberán ser eliminados.

Con independencia de lo indicado en los párrafos anteriores, se permite la presencia y empleo limitado en el túnel de determinados productos o materiales que no cumplan con los requisitos de reacción al fuego indicados, siempre que se justifique que su contribución a la carga de fuego del túnel no va a resultar significativa. El proyecto constructivo deberá enumerar e identificar dichos elementos, junto con la evaluación de su incidencia en la carga total de fuego.

Todos los materiales y equipos empleados deberán disponer de los correspondientes ensayos o certificados de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

d) Detección de incendios

Las salas técnicas son espacios cerrados con puertas de entrada/salida hacia dentro o fuera del túnel y con las instalaciones de seguridad necesarias para facilitar alguna de las siguientes funciones: autorrescate, evacuación, comunicación de emergencia, rescate y lucha contra incendios, equipos de señalización y comunicación, y alimentación eléctrica de tracción. Estas salas estarán equipadas con detectores que alerten al administrador de infraestructuras en caso de incendio.

Asimismo, cualquier otro espacio que disponga de instalaciones eléctricas (por ejemplo, salidas de emergencia, galerías de conexión transversales entre tubos paralelos, etc.), dispondrá de detectores de incendio.

Estos sistemas de detección estarán conectados con sus centrales de detección correspondientes, las cuales procesarán y enviarán a su vez los datos al Centro de control de protección y seguridad, del administrador de la infraestructura.

Todo el sistema de detección de incendios, así como los materiales, equipos y componentes utilizados, cumplirán el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI) y la norma UNE-EN 54-1, en particular, lo referente a los equipos de señalización y control. Así pues, deberán disponer de los correspondientes certificados de conformidad

con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

4.1.4.9.6. Rutas de evacuación hacia zonas seguras

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.5.2 de la ETI de seguridad en túneles:

Todos los túneles de longitud superior a 500 m dispondrán de rutas de evacuación adecuadas, hacia zonas seguras, constituidas por uno o varios de los siguientes elementos, según se especifica en los correspondientes apartados:

- Pasillos de evacuación a lo largo del túnel (apartado 4.1.4.9.8 del presente libro).
- Salidas de emergencia a la superficie (apartado 4.1.4.9.7.a del presente libro).
- Galerías de conexión entre túneles paralelos (apartado 4.1.4.9.7.b del presente libro).

Las salidas de emergencia y las galerías de conexión pueden considerarse zonas seguras, para todos o parte de los viajeros y el personal a bordo del tren, si cumplen las correspondientes condiciones indicadas en el apartado 4.1.4.9.7 del presente libro.

Las especificaciones de la ETI relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida no son de aplicación a las instalaciones de seguridad de los túneles. Por ello, deberá considerarse la presencia de personas con discapacidad y/o personas con movilidad reducida en los Planes de actuación, evacuación y rescate de los trenes elaborados por las empresas ferroviarias y en el Plan de Autoprotección, a efectos de su posible rescate y evacuación.

Las puertas situadas a lo largo de la ruta de evacuación deberán abrirse en el sentido de la evacuación hacia la zona segura, mediante una barra horizontal de empuje o de deslizamiento, conforme a la norma UNE-EN 1125. También podrán utilizarse puertas correderas de desplazamiento lateral (perpendicular al eje de la ruta) así como trampillas correderas o abatibles sobre un eje horizontal.

La fuerza necesaria para abrirlas será inferior a 250 N.

Las trampillas correderas o abatibles sobre un eje horizontal utilizadas en ciertos casos para el acceso desde el final de la ruta de evacuación al exterior deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Dispondrán de un dispositivo de apertura manual que permita su apertura mediante una única maniobra de liberación.
- Dispondrán de un dispositivo de retención que las mantenga abiertas, evitando su cierre accidental.
- Podrán abrirse desde el otro lado para permitir el acceso del personal autorizado.
- Dispondrán de marcas visibles en la cara exterior para evitar su bloqueo.

Las puertas y trampillas anteriores no podrán bloquearse mediante dispositivos que impidan su apertura mediante los mecanismos mencionados.

Las rutas de evacuación, a lo largo de todo su recorrido, dispondrán de alumbrado de emergencia y señalización de evacuación, conforme a los apartados 4.1.4.9.9 y 4.1.4.9.10 del presente libro. Además, estarán libres de obstáculos horizontales y verticales.

Todos los elementos metálicos presentes a lo largo de la ruta de evacuación (pasamanos, tuberías, BIEs, etc.) estarán protegidos frente a descargas eléctricas mediante un sistema de puesta a tierra, conforme al apartado 4.1.2.4 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

En su caso, las rampas a lo largo de la ruta de evacuación (salida de emergencia, galería de conexión entre túneles paralelos o pasillo de evacuación), cumplirán las limitaciones del cuadro 4.1.4.9.6.a:

Cuadro 4.1.4.9.6.a: Rampa máxima en las rutas de evacuación de los túneles, en función de su longitud.

Longitud de la rampa (m)	Rampa máxima (%)
$L \leq 3$	12
$3 < L \leq 10$	10
$L > 10$	8

Asimismo, las rutas de evacuación dispondrán de un sistema de drenaje para mantener en seco la superficie de tránsito de las personas.

En el caso de que se disponga de un sistema de drenaje separativo la pendiente longitudinal mínima del colector de recogida de vertidos será de 5 mm/m.

En el proyecto de los túneles de longitud superior a 2000 m se incluirá un estudio de comportamiento de humos que, en función de las características

del túnel y de sus instalaciones, permita confirmar el cumplimiento de unas condiciones mínimas de respirabilidad y visibilidad del aire a lo largo de la ruta de evacuación, durante el tiempo necesario para llevar a cabo ésta, en los casos de incendio o de fuga de gases tóxicos. Estas condiciones se recogen en el cuadro 4.1.4.9.6.b.

Cuadro 4.1.4.9.6.b: Condiciones del aire a lo largo de la ruta de evacuación.

Parámetro	Situación de emergencia (Valores máximos)
Contenido de CO	<p>Se cumplirá la limitación:</p> $\sum_{i=1}^n CO_i^{1,036} * t_i < 3 \cdot 10^4$ <p>(CO_i es la concentración, en ppm, en el intervalo de tiempo t_i)</p> $\sum_{i=1}^n t_i = \text{tiempo total de exposición (minutos)}$
Coeficiente de extinción (k) (partículas negras)	0,4 m ⁻¹
Temperatura del aire	80°C durante un tiempo no superior a 3 minutos 60 °C durante un tiempo no superior a 10 minutos
Velocidad del aire	10 m/s

Los escenarios de incendio a considerar en dicho estudio de comportamiento de humos se describirán y justificarán en detalle, a partir de las condiciones de explotación consideradas en el mismo.

Entre los escenarios de incendio a los que se deberá prestar especial atención se encuentran los siguientes:

- Túneles en los que puedan coincidir dos o más trenes en su interior, y donde el humo generado por el incendio de uno de ellos pueda afectar al segundo. Especialmente relevante es el caso de los túneles con tráfico mixto.
- Túneles con al menos una estación en uno de sus extremos, y donde el humo generado por el incendio de un tren pueda afectar a los usuarios de la o las mismas.

- Túneles con gran tráfico, donde la presencia de humos puede generar enormes retrasos en el servicio ferroviario.
- Túneles con puntos de lucha contra incendios en su interior, definidos en el apartado 4.1.4.9.13 del presente libro.

Los resultados del estudio de comportamiento de humos para las diferentes hipótesis de carga de fuego, condiciones de explotación y tipo de incidente, deberán proporcionar los tiempos disponibles para realizar la evacuación con los sistemas de seguridad proyectados. Estos datos servirán de base para la elaboración del plan de autoprotección y para fijar, en su caso, posibles restricciones en las condiciones de explotación del túnel.

Las eventuales salidas de humos o gases procedentes de un incendio o vertido, a través de las rutas de evacuación, fuera del tubo afectado, se canalizarán por conductos o espacios independientes a los de la circulación de personas o vehículos, en su caso.

En los túneles nuevos donde se prevea que circulen trenes con tracción diésel, se realizará un estudio de ventilación que demuestre que mediante ventilación natural o forzada se mantienen los niveles de calidad del aire durante la explotación definidos en el cuadro 4.1.4.9.6.c:

Cuadro 4.1.4.9.6.c: Calidad del aire durante la explotación, en túneles nuevos en los que está prevista la circulación de trenes con tracción diésel.

Contaminante	TWA (ppm)	STEL (ppm)
NOx	30	50
CO	35	200
TWA: media ponderada durante un período de 8 horas STEL: límite para una exposición puntual de 15 minutos		

Cuando el proyectista estime la previsible presencia durante la explotación del túnel de algún tipo de gas peligroso, y en función del riesgo evaluado que éste suponga, decidirá la conveniencia de incorporar detectores específicos que permitan desencadenar las acciones de respuesta adecuadas, las cuales deberán estar recogidas en el Plan de Autoprotección.

4.1.4.9.7. Zonas seguras y acceso a las mismas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.1.5.1, 4.2.1.5.2 y 4.2.1.5.3 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Se distinguen dos tipos de zonas seguras: subterráneas y en el exterior del túnel.

Las zonas seguras deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Permitirá albergar a los viajeros y el personal a bordo del tren o trenes que deban ser evacuados dentro del túnel. Tendrá una capacidad acorde con la capacidad máxima de los trenes que se prevea vayan a circular por el túnel.
- Garantizará condiciones de supervivencia para los viajeros y el personal a bordo del tren durante el tiempo necesario para realizar una evacuación completa desde la zona segura hasta el lugar seguro final.
- Las zonas seguras subterráneas o submarinas dispondrán de acceso a una zona segura en el exterior del túnel, sin que las personas tengan que volver a atravesar el tubo afectado del túnel.
- En una zona segura subterránea deberá ser posible la comunicación por teléfono móvil o por teléfono fijo conectado al Centro de control del administrador de infraestructura.

El túnel dispondrá de instalaciones que posibiliten el autorrescate y la evacuación de los viajeros del tren y el personal a bordo del tren hacia zonas seguras, y que permitan a los servicios de socorro rescatar a las personas en caso de incidente en el túnel.

Entre las soluciones técnicas descritas a continuación, deberá seleccionarse una o varias de ellas:

a) Salidas de emergencia a la superficie laterales y/o verticales:

Deberá haber este tipo de salidas con una separación máxima entre ellas de 1000 m.

Sus dimensiones mínimas serán: 1,50 m de anchura y 2,25 m de altura.

Dispondrán de puertas en ambos extremos y su apertura no invadirá el ancho del pasillo de evacuación que discurre dentro del túnel. La abertura de las puertas dejará como mínimo un hueco libre de 1,40 m de ancho y 2,00 m de altura. De manera alternativa, se permite utilizar múltiples puertas contiguas de menor anchura, siempre que se verifique que la capacidad total de paso de personas es equivalente o superior.

Todas las puertas cumplirán los requisitos del apartado 4.1.4.9.5.b del presente libro.

Se describirá en el Plan de Autoprotección el modo en que los servicios de intervención en emergencias accederán a estas salidas desde el exterior.

Los requisitos de las salidas que funcionen como vías de acceso principales para los servicios de intervención en emergencias se describen en el apartado 4.1.4.9.12 del presente libro.

Todas las salidas de emergencia estarán equipadas con alumbrado de emergencia y señalización de evacuación, conforme a lo indicado en los apartados 4.1.4.9.9 y 4.1.4.9.10 del presente libro.

La zona de entronque entre la salida de emergencia y el túnel estará presurizada para evitar el posible acceso de humos desde el túnel.

Todas las salidas de emergencia al exterior estarán protegidas frente a accesos no autorizados, conforme a lo indicado en el apartado 4.1.4.9.4 del presente libro.

La situación de las puertas de acceso a salidas de emergencia al exterior o a galerías de conexión entre túneles paralelos, así como su identificación inequívoca a ambos lados, se reflejará en el Plan de Autoprotección y en el libro de Itinerarios del maquinista y se utilizará en todas las comunicaciones entre las empresas ferroviarias, el administrador de la infraestructura y los servicios de intervención en emergencias, según lo indicado en el apartado 4.1.4.9.10 del presente libro.

En el acceso desde el exterior a la salida de emergencia y en el acceso desde el interior del túnel a la misma se instalarán carteles, indicando "Salida de Emergencia" y la identificación de la salida, conforme al apartado 4.1.4.9.10 del presente libro.

Las salidas de emergencia verticales, con una altura de evacuación superior a 30 metros, dispondrán de medios de elevación acorde con las necesidades de los servicios de intervención en emergencias, quedando a cargo de éstos su gestión operativa en exclusividad.

b) Galerías de conexión entre túneles paralelos:

Las galerías de conexión entre túneles paralelos permitirán que, en caso de incidente en un túnel, se utilice el otro como zona segura. Deberá haber este tipo de galerías con una separación máxima de 500 m.

Sus dimensiones mínimas serán 1,50 m de anchura y 2,25 m de altura.

Dispondrán de puertas en ambos extremos, y su apertura no invadirá el ancho del pasillo de evacuación que discurre dentro del túnel. La apertura

de las puertas dejará como mínimo un hueco libre de 1,40 m de ancho y 2,00 m de altura.

Todas las puertas cumplirán los requisitos del apartado 4.1.4.9.5.b del presente libro.

Estas galerías deberán estar equipadas con alumbrado de emergencia y señalización de evacuación, conforme a los apartados 4.1.4.9.9 y 4.1.4.9.10 del presente libro. Además, deberán estar presurizadas, para impedir que el humo procedente de cualquiera de los tubos las pueda invadir.

c) Soluciones técnicas alternativas:

Se permiten soluciones técnicas alternativas de acceso a zonas seguras que proporcionen un nivel de seguridad, como mínimo, equivalente. Para demostrar dicho nivel de seguridad equivalente para los viajeros y el personal a bordo del tren, se efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n° 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015).

4.1.4.9.8. Pasillos de evacuación en túneles

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.6 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 500 m de longitud.

Se construirán pasillos laterales en los túneles de vía única, como mínimo, a un lado de la vía, y en los túneles de dos o más vías, a ambos lados del túnel. En los túneles con más de dos vías, el acceso a ambos pasillos será posible desde cualquier vía.

La anchura libre del pasillo será, al menos, de 0,80 m. La distancia libre mínima vertical por encima del pasillo será de 2,25 m.

El nivel del pasillo estará situado a 0,55 m por encima de la cota de carril del hilo bajo, salvo casos excepcionales debidamente justificados.

El borde del pasillo estará situado a la distancia mínima definida en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Se evitarán limitaciones locales provocadas por obstáculos en la zona de evacuación. Cuando por causas justificadas sea imprescindible la colocación

de éstos, su presencia no reducirá la anchura mínima del pasillo de evacuación a menos de 0,80 m, y la longitud del obstáculo no será superior a 2 m.

En cada pasillo se instalará un pasamanos en el lado del hastial, a una altura de 1 m por encima del nivel del pasillo, que sirva de guía hacia una zona segura. Si disponen de iluminación interna con sistema LED, será conforme a las indicaciones del apartado 4.1.4.9.9 del presente libro. Los pasamanos se colocarán sin discontinuidades, fuera del contorno de referencia para la evacuación y a una distancia máxima de su borde interior de 30 cm, y con un ángulo entre 30° y 40° respecto al eje longitudinal del túnel a la entrada y la salida del obstáculo, conforme a las figuras 4.1.4.9.8.a, 4.1.4.9.8.b, y 4.1.4.9.8.c.

Figura 4.1.4.9.8.a: Esquema de colocación del pasamanos en un túnel en mina (perfil transversal).

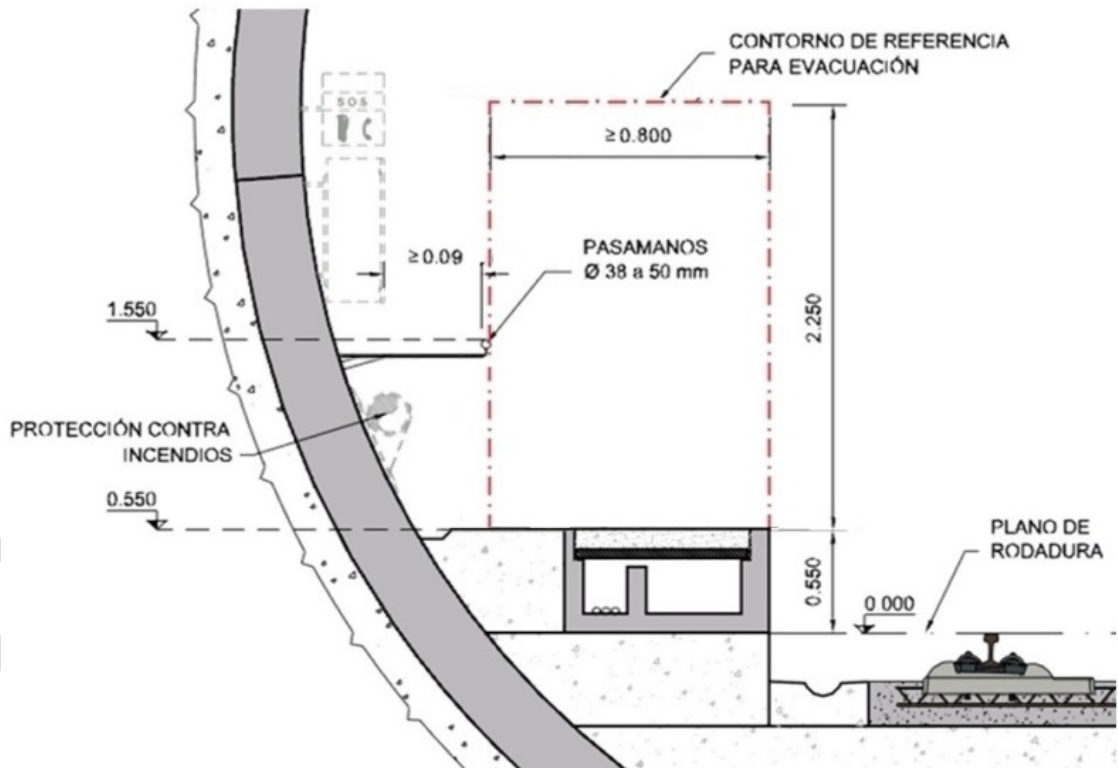


Figura 4.1.4.9.8.b: Esquema de colocación del pasamanos en un túnel entre pantallas (perfil transversal).

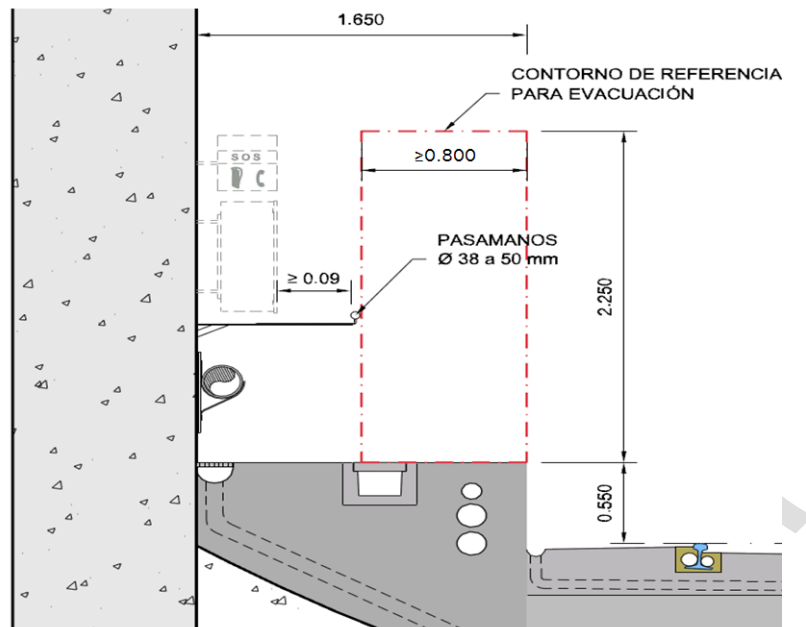
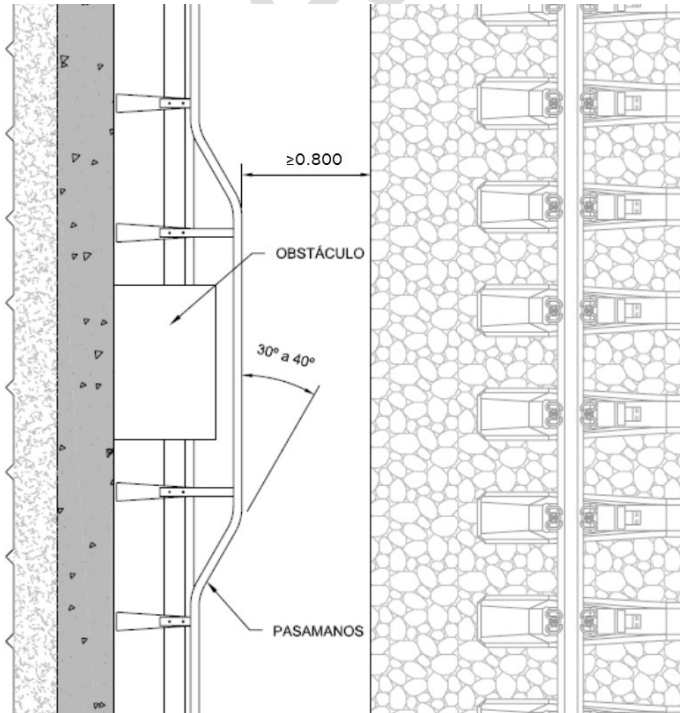


Figura 4.1.4.9.8.c: Esquema de colocación del pasamanos en un túnel (perfil longitudinal), y contorneo de un obstáculo.



Los pasamanos estarán protegidos frente a las descargas eléctricas mediante sistemas de puesta a tierra, conforme al apartado 4.1.2.4 del libro

tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

En ningún caso los pasamanos llevarán internamente cableados de distribución de corriente alterna o continua, a tensiones superiores a 24 V.

Los pasamanos tendrán las características siguientes:

- Diámetro (cilindro macizo o tubular) mínimo de 38 mm y máximo de 50 mm.
- Separación entre la cara interior y el hastial ≥ 90 mm.
- Pasamanos sin solución de continuidad entre salidas de emergencia contiguas.
- Fijación firme por la parte inferior.
- Material con transmisión de calor menor o igual a $50 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Grado de resistencia al impacto IK 08, según la norma UNE-EN 50102.
- Contratará cromáticamente con las paredes circundantes.

A los pasillos de evacuación se les dará continuidad fuera del túnel, hasta conectar con la zona de rescate o bien con la plataforma ferroviaria. La conexión se realizará mediante rampas para salvar el desnivel.

La superficie de la rampa será antideslizante y tendrá una anchura libre no inferior a 760 mm. La pendiente máxima de la rampa será conforme al Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación.

Las rampas deberán ir provistas de pasamanos a ambos lados. La altura con respecto al nivel del suelo de los pasamanos será de 1 m. Estos pasamanos deberán ser continuos y estarán conectados con los del interior del túnel, y sus especificaciones serán análogas a las de los pasamanos situados en el interior del túnel.

La superficie del pasillo será antideslizante (con coeficiente de deslizamiento Clase 2, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero), y no tendrá resaltes en la zona de evacuación.

Preferentemente se utilizará la solución de suelo hormigonado, con arquetas de registro cada 50 m, en lugar de una sucesión continua de losas en la zona de evacuación. Los elementos de cierre de arquetas y canalizaciones que estén en la ruta de evacuación serán de peso superior a 200 kg y deberán de estar ausentes de defectos y perfectamente encajados, quedando en el mismo plano y sin huecos excesivos en las juntas.

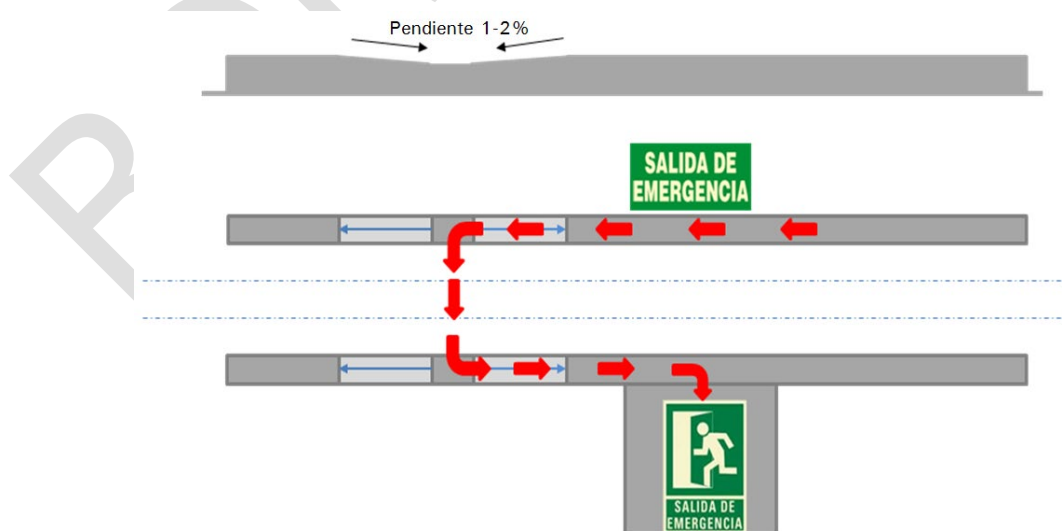
Las posibles filtraciones de agua de los hastiales serán conducidas sin afectar a la ruta de evacuación. Adicionalmente, el pasillo tendrá una pendiente transversal de entre el 1% y el 2%, para evitar la acumulación de agua.

No se realizarán tendidos de conductores de alta tensión que estén al alcance directo de las personas que circulen por los caminos de evacuación. Para ello deberán discurrir por canalizaciones selladas en todo su recorrido o por perchas con soportes de protección aislados para la tensión máxima admitida en el conductor.

En los túneles con dos pasillos laterales deberá facilitarse la interconexión entre ambos en las inmediaciones de las salidas de emergencia, con el fin de permitir la evacuación desde el pasillo del lado opuesto a la salida. La solución técnica para la interconexión entre ambos pasillos la decidirá el promotor, buscando siempre facilitar a los peatones el cruce de las vías mediante la colocación de algún tipo de superficie a cota de carril.

Las soluciones técnicas para el cruce de las vías deberán garantizar una superficie de rodadura uniforme y sin obstáculos, no invadirán el gálibo de implantación de obstáculos, no requerirán modificar la tipología de la vía y tendrán en cuenta las velocidades máximas de circulación por el túnel, así como la facilidad y el coste de las operaciones para su mantenimiento (ver figura 4.1.4.9.8.d).

Figura 4.1.4.9.8.d: Ejemplo de solución de paso entre pasillos (rampas en andenes de evacuación en túneles).



4.1.4.9.9. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.5.4 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 500 m de longitud.

Se instalará alumbrado de emergencia en el túnel de línea, salidas de emergencia y galerías de conexión entre túneles paralelos, en su caso, para guiar a los viajeros y al personal a bordo del tren a una zona segura en caso de emergencia. Asimismo, se instalará alumbrado de emergencia en las salas técnicas.

La iluminación deberá situarse y ajustarse a lo dispuesto a continuación:

- Tubo de vía única: En el hastial por el que discurre el pasillo de evacuación.
- Tubo de vía doble: En ambos hastiales, con luminarias al tresbolillo.
- Posición de las luminarias: En los pasillos de evacuación, por encima del nivel del suelo y por debajo del pasamanos, lo más bajas posible, para no interferir en el espacio libre para el paso de personas, o bien, integradas en los pasamanos. La posición y tipo de lámpara elegido no causará deslumbramiento al maquinista ni a los viajeros.

La iluminancia deberá mantenerse a lo largo de su vida útil, siendo al menos de 2 lux al nivel del suelo, medida en el punto más desfavorable, y considerando un coeficiente de envejecimiento de 0,8.

En las salas técnicas, salidas de emergencia y galerías de conexión, las luminarias se colocarán en la posición más adecuada para desarrollar su función y su luminancia horizontal será, según el Código Técnico de Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero), de 5 lux como mínimo (en particular, estarán iluminados los lugares en que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros eléctricos de protección del alumbrado).

- Autonomía y fiabilidad: La iluminación dispondrá de alimentación eléctrica alternativa que asegure una disponibilidad durante al menos 90 minutos, tras el fallo del suministro de la corriente principal. Este tiempo de autonomía estará en correspondencia con los escenarios de evacuación y será recogido en el Plan de Autoprotección. Se cumplirá además en cuanto a fiabilidad lo dispuesto en el apartado 4.1.4.9.17 del presente libro.

Si las luces de emergencia están desconectadas en condiciones normales de funcionamiento del tráfico ferroviario, será posible encenderlas a través de los dos medios siguientes:

- manualmente, desde el interior del túnel, con pulsadores situados junto a las salidas de emergencia o galerías de conexión y bocas de túnel y, en general, a intervalos máximos de 150 m.
- por control remoto, desde el Centro de control del explotador del túnel.

El tramo de túnel que como mínimo se deberá iluminar desde cada pulsador será el comprendido entre las dos salidas de emergencia colaterales. A estos efectos las bocas se consideran salidas de emergencia.

- Entronques del túnel con las galerías de conexión y las salidas de emergencia: Se enmarcarán con 3 luminarias para facilitar su localización. Su luminancia será de al menos 5 lux, tanto a nivel del suelo, como en el lugar donde se encuentra situado el mecanismo de apertura de puertas.

Todos los aparatos de iluminación, incluidos los de tecnología LED, deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Marcado CE y grado de protección IP66, definido en la norma UNE-EN 60529.
- Grado de resistencia al impacto IK08, definido en la norma UNE-EN 50102.
- Comportamiento ante el fuego, conforme al apartado 4.1.4.9.5 del presente libro.
- Vida útil superior a 50.000 h.
- Consumo inferior a 5 W/m.
- Temperatura de color 5.000 °K.
- Índice de Reproducción Cromática: IRC >75.

Todo el sistema del alumbrado de emergencia, así como los materiales, equipos y componentes, deberán disponer de los correspondientes certificados de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

4.1.4.9.10. Señalización de la evacuación

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.5.5 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de longitud igual o superior a 100 m.

Las señales de evacuación se colocarán al tresbolillo, sobre ambos hastiales.

La separación máxima entre dos señales del mismo hastial será de 50 m.

En los túneles monotubo, el pasillo enfrentado a una salida de emergencia deberá disponer de una señal que indique la posición de la salida.

A efectos informativos, en el anexo K se incluyen modelos de señalización de evacuación y de emergencia.

Las puertas de las galerías de conexión y de las salidas de emergencia deberán estar identificadas, interior y exteriormente, con:

- Número de la salida (tamaño del número de un 90% de la altura de la puerta).
- Punto kilométrico.
- Nombre del correspondiente lugar en superficie al que acceden.
- Número de vía (en túneles bitubo).

Todos estos datos figurarán en el Plan de Autoprotección del túnel.

Así mismo, se dotará de balizamiento vertical a todos los obstáculos, a las galerías de conexión entre túneles paralelos, a las salidas de emergencia y a todas las contrahuellas de los escalones.

En el exterior de las bocas de los túneles bitubo se identificará el número de la vía de circulación, precedido de la letra V, de forma que sea fácilmente identificable por los servicios de intervención en emergencias. La rotulación se realizará mediante pintura de alto contraste con la base donde se ubica el rótulo, y con una altura de letra superior a los dos metros.

La señalización y el balizamiento cumplirán las normas: UNE 23033-1, UNE 23034, UNE 23035, Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (Código Técnico de la Edificación, CTE), modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, norma ISO 3864-1 y Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.

La señalización y el balizamiento deberán cumplir asimismo las siguientes características:

- No sufrirá deterioros visibles, ni en su exposición a ambientes corrosivos y agresivos, ni en una inmersión continua en agua alcalina durante un periodo mínimo de 75 días.

- Serán de acero inoxidable. Estarán instaladas en la pared y/o suelo.
- Llevarán barniz especial de protección y podrá ser limpiado fácilmente incluso sólo con agua, admitirán limpieza a alta presión y con limpiadores de pH<10.
- No contendrán productos tóxicos ni radiactivos, ni contendrán PVC, ni aluminio, siendo además no combustibles.

Se instalarán casquillos separadores de acero entre las señales y los paramentos verticales, utilizando tornillería del mismo material, y empleando los orificios existentes realizados durante el proceso de fabricación. Nunca se perforarán adicionalmente las señales y balizamientos in situ para su instalación en obra.

Los elementos pisables tendrán una resistencia al deslizamiento de Clase 3 en rutas y de Clase 2 en bordes y obstáculos, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, modificado por el Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero. Además, ofrecerán alta resistencia a la abrasión, según el ensayo de la norma UNE 48250, con índice de desgaste máximo de 250 para 500 ciclos.

Todo el sistema de la señalización de evacuación deberá disponer de los correspondientes certificados de conformidad con los requisitos y las normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

4.1.4.9.11. Comunicación de emergencia

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.8 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Deberá haber comunicación por radio en cada túnel, entre el tren y el Centro de control de tráfico mediante GSM-R.

Asimismo, tendrá que haber continuidad por radio, para que los servicios de intervención en emergencias se comuniquen desde el túnel con sus Centros de mando. El sistema permitirá que los servicios de intervención en emergencias puedan utilizar su propio equipo de comunicación, el cual deberá ser multicanal y operar en las bandas de frecuencia utilizadas por los servicios de intervención. Este sistema se acordará entre el administrador de infraestructuras y los servicios de intervención en emergencias. La continuidad por radio debería asegurarse tanto en estaciones subterráneas y túneles, como en las zonas seguras.

4.1.4.9.12. Acceso para los servicios de intervención en emergencias (*parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Los servicios de intervención en emergencias deberán poder entrar en el túnel en caso de incidente a través de las bocas y/o salidas de emergencia adecuadas (véase el apartado 4.1.4.9.6 del presente libro). Estas rutas de acceso subterráneas tendrán, al menos, 1,5 m de ancho y 2,25 m de alto. El administrador de la infraestructura describirá en el Plan de Autoprotección las instalaciones dedicadas a rutas de acceso.

En el caso de que haya salidas de emergencia por las que puedan acceder vehículos ligeros, deberán permitir el paso simultáneo de vehículos y personas (al menos, 3,5 m de anchura y 3 m de altura), además de disponer de zonas de estacionamiento y maniobra en su interior y conexión con la red de carreteras existente.

Si se requiere o se dispone de un acceso por carretera para los servicios de intervención en emergencias, éste debe estar lo más cerca posible de la zona de rescate prevista, y será descrito en el Plan de Autoprotección. En este caso, las características de los caminos de acceso cumplirán los siguientes requisitos:

- Anchura mínima: 3,5 m, con zonas de cruce intermedias.
- Altura mínima libre o gálibo: 4,5 m.
- Capacidad portante del vial: 20 kN/m².
- Superficie pavimentada para prevenir la salida de vegetación, arrastres del agua, etc.
- Señalización en los accesos y en las bifurcaciones.

En el Plan de Autoprotección se describirán otros medios de acceso alternativos.

4.1.4.9.13. Puntos de evacuación y rescate

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Un punto de evacuación y rescate es un lugar definido, dentro o fuera del túnel, adecuado para la parada preferente de trenes en caso de emergencia, dotado de sistemas de corte de corriente y puesta a tierra de la línea aérea

de contacto, suministro de agua para incendios y accesible para los servicios de intervención en emergencias.

a) A los efectos del presente apartado, dos o más túneles consecutivos se considerarán como un túnel único, a menos que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- La longitud del tramo a cielo abierto de separación entre túneles supera en 100 m la longitud del tren de pasajeros más largo que se prevea que va a circular por la línea.
- En el tramo a cielo abierto de separación entre túneles, el área alrededor de la vía y su situación respecto de ésta, permiten a los viajeros alejarse del tren. El área a cielo abierto deberá tener un tamaño suficiente para acoger a todos los viajeros correspondientes al tren de mayor capacidad que se prevea que va a circular por la línea.

b) Se instalarán puntos de evacuación y rescate en los lugares indicados en el cuadro 4.1.4.9.13:

Cuadro 4.1.4.9.13: Ubicación de los puntos de evacuación y rescate en los túneles.

Longitud del túnel, (km).	Categoría del material rodante.	Puntos de evacuación y rescate en las bocas del túnel.	Puntos de evacuación y rescate dentro del túnel y distancia máxima al colateral (incluidos los de las bocas del túnel).
$L < 1$	A o B	NO	NO
$1 \leq L \leq 5$	A o B	SI	NO
$L > 5$	A	SI	SI: 5 km
$5 < L \leq 20$	B	SI	NO
$L > 20$	B	SI	SI: 20 km

NOTA: El material rodante de viajeros de categoría A (incluidas las locomotoras de trenes de viajeros) es aquel que es apto para circular por las líneas donde la distancia entre los puntos de lucha contra incendios o la longitud de los túneles no supere los 5 km.

El material rodante de viajeros de categoría B (incluidas las locomotoras de trenes de viajeros) es aquel que es apto para circular por todos los túneles, independientemente de la longitud de los mismos.

c) Requisitos para todos los puntos de evacuación y rescate.

- Estarán equipados con suministro de agua, conforme al apartado 4.1.4.9.15 del presente libro.
- Los puntos de evacuación y rescate dispondrán de acceso para los servicios de intervención en emergencias. Dicho acceso, así como el modo de despliegue del equipo, será descrito en el Plan de Autoprotección, conforme al apartado 4.1.4.9.12 del presente libro.
- Asimismo, dispondrán de dispositivos de desconexión y de puesta a tierra de la línea aérea de contacto, de acuerdo con los apartados 4.1.2.5.1 y 4.1.2.5.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden) y su protocolo de actuación descrito en el Plan de Autoprotección. El manejo de estos dispositivos podrá realizarse mediante control manual o remoto.

d) Requisitos de los puntos de evacuación y rescate situados fuera de las bocas del túnel.

Además de los requisitos descritos en el apartado c) los puntos de evacuación y rescate situados fuera de las bocas del túnel dispondrán en sus inmediaciones de zonas de rescate, conforme al apartado 4.1.4.9.14 del presente libro.

e) Requisitos de los puntos de evacuación y rescate dentro del túnel.

Además de los requisitos descritos en el apartado c), los puntos de evacuación y rescate situados en el interior del túnel cumplirán los siguientes:

- Dispondrán de acceso directo a una zona segura, para permitir la evacuación de los viajeros y del personal a bordo del tren. En el proyecto se deberá demostrar que las dimensiones de la ruta de evacuación hacia la zona segura son adecuadas, considerando el tiempo de evacuación y la capacidad del tren más desfavorable que se prevea que vaya a circular por el túnel.
- Dispondrán de acceso para los servicios de intervención en emergencias, sin que éstos tengan que atravesar la zona segura ocupada.
- La zona segura asociada con el evacuación y rescate tendrá una superficie suficiente para que los viajeros y el personal a bordo del tren esperen de pie hasta ser evacuados a una zona segura final.
- El diseño de los puntos de evacuación y rescate y de su equipamiento permitirá el control de los humos y de la temperatura durante la

evacuación de los viajeros y del personal a bordo del tren hasta una zona segura.

4.1.4.9.14. Zonas de rescate fuera del túnel

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Se dispondrán zonas de rescate, preferentemente pavimentadas y de un mínimo de 500 m², cerca de las bocas del túnel y conectadas con la red de carreteras existente. Las carreteras o los viales existentes pueden considerarse zonas de rescate.

Si el acceso por carretera no es factible dentro de lo razonable, se aportarán soluciones alternativas (helipuertos, etc.) consultando a los servicios de intervención en emergencias.

4.1.4.9.15. Suministro de agua

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Deberá haber suministro de agua en todos los puntos de lucha contra incendios situados fuera de las bocas y en el interior de los túneles, cerca de los puntos previstos para la detención del tren, conforme al apartado 4.1.4.9.13 del presente libro. La capacidad del suministro será como mínimo de 800 litros por minuto durante dos horas. La fuente abastecedora de agua podrá ser una boca de incendios, un río, el caudal de drenaje del túnel o cualquier otra forma de suministro de agua, como una balsa o depósito de 100 m³, como mínimo.

Tanto la ubicación detallada de la fuente abastecedora, como sus características, deberán figurar en el proyecto.

En el lugar del incidente el caudal de agua disponible será, por tanto, de 800 l/min, durante dos horas. El sistema de suministro de agua disponible, así como el método para llevar el agua desde la fuente de suministro hasta el lugar del incidente, se describirán en el Plan de Autoprotección. En el anexo F se describen posibles soluciones.

4.1.4.9.16. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.9 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

El sistema de suministro eléctrico en el túnel será adecuado para los equipos e instrumentos de los servicios de intervención en emergencias con arreglo al Plan de Autoprotección del túnel.

Se instalarán tomas de corriente debidamente señalizadas, al menos en zonas protegidas de las salidas de emergencia, galerías de conexión, salas técnicas y bocas de túnel, junto a los cuadros eléctricos previstos para otros usos. Estas tomas tendrán una alimentación eléctrica (3P+N+T) y los elementos de protección necesarios para 230/400 V.

Las tomas de corriente múltiples y sus protecciones eléctricas se montarán en cajas que las protejan de los golpes, exigiéndose además que sean IP65 (según la norma UNE 20324). Cada caja tendrá dos tomas trifásicas y tres monofásicas en alimentación trifásica, y tres tomas monofásicas en alimentación monofásica. Estas han de ser normalizadas para el uso de los equipos de intervención.

La alimentación de las tomas de corriente será conforme a lo especificado en el apartado 4.1.4.9.17 del presente libro.

En cada caja figurará la intensidad máxima admisible. La intensidad máxima admisible será de 16 A entre cada fase y neutro para alimentación trifásica por cada caja que se utilice, pudiéndose usar dos de forma simultánea de la misma línea. En caso de disponer únicamente de distribución monofásica será igualmente de 16 A por caja que se utilice, pudiendo ser dos de forma simultánea.

El sistema de suministro de energía eléctrica deberá disponer también de los correspondientes certificados de conformidad con la reglamentación vigente emitidos por un organismo de control autorizado según el reglamento de baja tensión.

4.1.4.9.17. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.10 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de más de 1000 m de longitud.

Las instalaciones eléctricas relevantes para la seguridad (detección de incendios, alumbrado de emergencia, comunicación de emergencia y cualquier otro sistema establecido por el promotor como vital para la seguridad de los viajeros en el túnel) estarán protegidas contra los daños derivados de impactos mecánicos, calor o incendio, debiendo mantenerse operativas durante el tiempo que sea necesario, conforme a los escenarios de evacuación contemplados en el Plan de Autoprotección.

Todas estas instalaciones eléctricas relevantes para la seguridad serán conformes con los reglamentos de alta y baja tensión e instrucciones técnicas complementarias en vigor y deberán disponer de los correspondientes certificados de conformidad con la reglamentación anterior, emitidos por un organismo de control autorizado según el reglamento de baja tensión

El sistema de suministro de energía a las instalaciones eléctricas anteriores estará diseñado de forma que reciba suministro considerado fiable, es decir, que permita su funcionamiento en caso de daños inevitables (por ejemplo alimentando mediante doble acometida o fuentes de energía alternativas). El sistema dispondrá de una autonomía mínima de 90 minutos, tras el fallo del suministro de la corriente principal. Este tiempo de autonomía estará en correspondencia con los escenarios de evacuación y será recogido en el Plan de Autoprotección.

Se considera fiable el suministro si se cumple al menos, una de estas condiciones:

- Doble acometida, cuya fuente sea obtenida con origen en distintos centros de transformación o subestaciones de la compañía suministradora.
- Una combinación de dos de las siguientes fuentes de alimentación:
 - Acometida
 - Grupo electrógeno.
 - Catenaria.
 - Línea de alimentación de la señalización.

La alimentación de los sistemas de comunicación y control y de los sistemas de accionamiento de los seccionadores, será redundante; además todos ellos estarán dotados de sistemas de alimentación ininterrumpida.

4.1.4.9.18. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1.11 de la ETI de seguridad en túneles.

4.1.4.10. Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario

4.1.4.10.1. Marcadores de localización

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.11.1 de la ETI de infraestructura:

Estarán situados a lo largo de la línea e indicarán la situación kilométrica y hectométrica. El tipo de indicador de distancia se define en el artículo 2.1.3.9 del Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.

4.1.4.10.2. Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La longitud útil de las vías de estacionamiento y de recepción/expedición de trenes en las terminales de mercancías será suficiente para acomodar al tren más largo permitido por el administrador de infraestructuras que vaya a estacionarse.

Se tendrá en cuenta la longitud permitida del tren, definida en el apartado 4.1.2.3 del presente libro.

4.1.4.10.3. Toperas (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Las toperas tienen por fundamento la absorción de la energía cinética del material rodante en una situación de rebase del final de una vía.

Cubren dos funciones principales:

- Impedir daños en los viajeros y circulaciones ante el inesperado impacto.
- Evitar el riesgo de daños para las personas y bienes situados detrás de la topera.

En el diseño de la topera habrán de tenerse en consideración los siguientes condicionantes de contorno:

- Funcionalidad, correspondiente a terminales de viajeros, instalaciones término para la manipulación de mercancías o vías mango (en estaciones intermedias de viajeros o vías aisladas de mercancías).
- Modo de impacto.
- Rango de masas.
- Espectro de velocidades probables.
- Terreno sobre el que se asienta.
- Separación entre topes o enganche automático, o ambos.
- Deceleración asumible por el viajero, en su caso.
- Niveles de afectación sobre el material rodante.

a) Terminales y vías mango destinadas a trenes de viajeros.

Se dispondrá una topera fija, en hormigón armado, con topes de alta prestación (normalmente hidrodinámicos), capaces de absorber la energía cinética estimada en base a las condiciones de contorno previamente establecidas y al estudio de seguridad correspondiente (probabilidad/gravedad; UNE-EN 50126-1).

b) Instalaciones término para mercancías.

Para las prestaciones habituales, puede ser suficiente la colocación de una topera elástica clásica, con cuerpo de choque de hormigón armado, asumiéndose su rotura en un amplio abanico de combinaciones (masa-velocidad de impacto).

En casos específicos, en que se precise de un mecanismo estable que no suponga su rotura frecuente, habrá de introducirse una topera fija de mayor absorción de energía cinética.

c) Vía mango de seguridad.

Si el terreno es de muy escasa declividad y sin obstáculos, bastará con disponer sobre éste un área de gravilla, creando un lecho de frenado similar a los de carretera. Se establecerá una transición suave entre la finalización de la vía y dicho lecho, a fin de posibilitar un descarrilamiento de consecuencias leves, sin daños.

En caso de que el terreno no cumpla las condiciones de contorno expuestas, será necesario instalar una topera fija.

En el replanteo de la topera o lecho de frenado, habrá de guardarse especial atención a los postes o pórticos de electrificación, toda vez que un descarrilamiento podría provocar el colapso de la línea aérea de contacto.

4.1.4.11. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.1 de la ETI de infraestructura.

4.1.4.11.1. Instalaciones de cambio de ancho (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este apartado es de aplicación a las instalaciones de cambio de ancho nuevas.

a) Introducción

En la red definida en el ámbito de aplicación del apartado 1.1 del presente libro, dejando al margen las líneas con ancho métrico, existen dos tipos de ancho de vía nominal: 1435 mm y 1668 mm.

Para facilitar las conexiones internas, así como los tráficos con otras redes, se han desarrollado instalaciones que permiten el cambio automático del ancho de vía en los ejes de ancho variable, denominadas cambiadores de ancho de vía. Otras instalaciones permiten la transición física de ancho, ya sea mediante intercambio de ejes o de bogies, o bien mediante el transbordo físico de viajeros o mercancías.

b) Cambiadores de ancho

Son instalaciones donde se produce el cambio de ancho de vía al paso de los trenes, de forma automática, a velocidades reducidas.

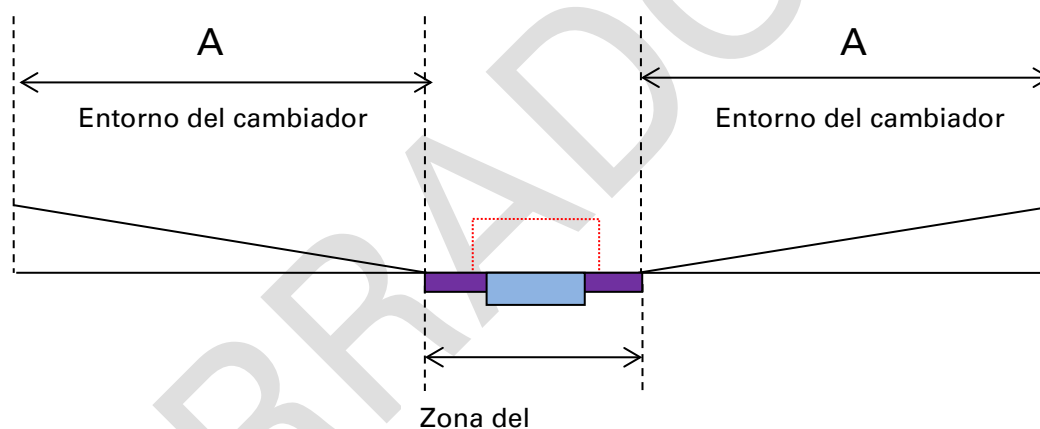
En la medida de lo posible, la instalación de cambio de ancho deberá ser apta para la utilización de diferentes sistemas de conjuntos de rodadura de ancho variable.

Atendiendo a la disposición del cambiador, se pueden distinguir las siguientes zonas (Figura 4.1.4.11.1.b):

- Zona del cambiador: Zona comprendida entre las señales de entrada y salida del cambiador, incluyendo la plataforma de cambio de ancho, sus instalaciones anejas y los desvíos de las vías mango de apartado.

- Entorno del cambiador: Tramos de vía, antes y después de la zona del cambiador, en los que son de aplicación los condicionantes geométricos que se establecen en el apartado 4.1.4.11.1.h del presente libro. Como límite externo de este entorno se consideran las señales de entrada y salida a las vías generales. La longitud útil de referencia de esos tramos sería de 400 m antes y después de la zona del cambiador, para el material rodante de viajeros, y de 750 m antes y después de la zona del cambiador, para el material rodante de mercancías. Los casos no considerados en esta definición serían excepciones, pero se considerarían admisibles tras la realización de un estudio que asegure el paso correcto del material rodante.

Figura 4.1.4.11.1.b: Esquema en alzado de la zona del cambiador y de su entorno.



- c) Condiciones g
- Material rodante de viajeros: $A = 400$ m
- Material rodante de mercancías: $A = 750$ m
- En el paso del cambiador, se deben cumplir las condiciones siguientes.

- Desbloqueo de los elementos de rodadura, a la entrada.
- Desplazamiento de los elementos de rodadura, en la zona de paso de uno a otro ancho.
- Bloqueo seguro de los elementos de rodadura, en la nueva posición a la salida.

En la instalación de cambio de ancho se controlará, al menos, que se ha efectuado el correcto encerrojamiento de los elementos de rodadura.

La longitud de la zona de paso de un ancho al otro deberá establecerse de forma que los esfuerzos axiales que actúan sobre las ruedas sean tan reducidos como sea posible.

Si se utilizan lubricantes durante el cambio de ancho, éstos no entrarán en contacto ni con las superficies de rodadura, ni con los órganos de freno. En el caso de que el lubricante sea exclusivamente agua, sí se permite que entre en contacto con dichos elementos.

d) Operación de la instalación de cambio de ancho

El cambio de ancho deberá ser posible de una forma continua y sin intervención manual.

Deberá ser posible la detección automática de los elementos de rodadura no encerrojados.

Deberán tenerse en cuenta las particularidades climáticas eventuales (temperaturas, precipitaciones, etc.) para garantizar el funcionamiento correcto de la instalación en caso de acumulación de nieve o hielo.

e) Tipología de cambiadores de ancho

Los cambiadores se clasifican en función de la tipología del material rodante que los utilice:

- Material remolcado con locomotoras de ancho fijo.
- Material autopropulsado y material remolcado con locomotoras de ancho variable.

Estos tipos de vehículos dan lugar a tres tipos de cambiadores:

- Cambiadores diseñados para material rodante remolcado con locomotoras de ancho fijo.
- Cambiadores diseñados para material rodante autopropulsado y material remolcado con locomotoras de ancho variable.
- Cambiadores diseñados para cualquier tipo de material rodante.

f) Velocidad de circulación por el cambiador de ancho

La velocidad nominal máxima de circulación de un tren por el cambiador es de 15 km/h. Los parámetros de la infraestructura y el trazado, las distancias de frenado, distancias de aislamiento, etc., se calcularán para una velocidad de al menos 20 km/h en la zona del cambiador y para una aceleración/deceleración de 0,6 m/s² en el entorno del cambiador.

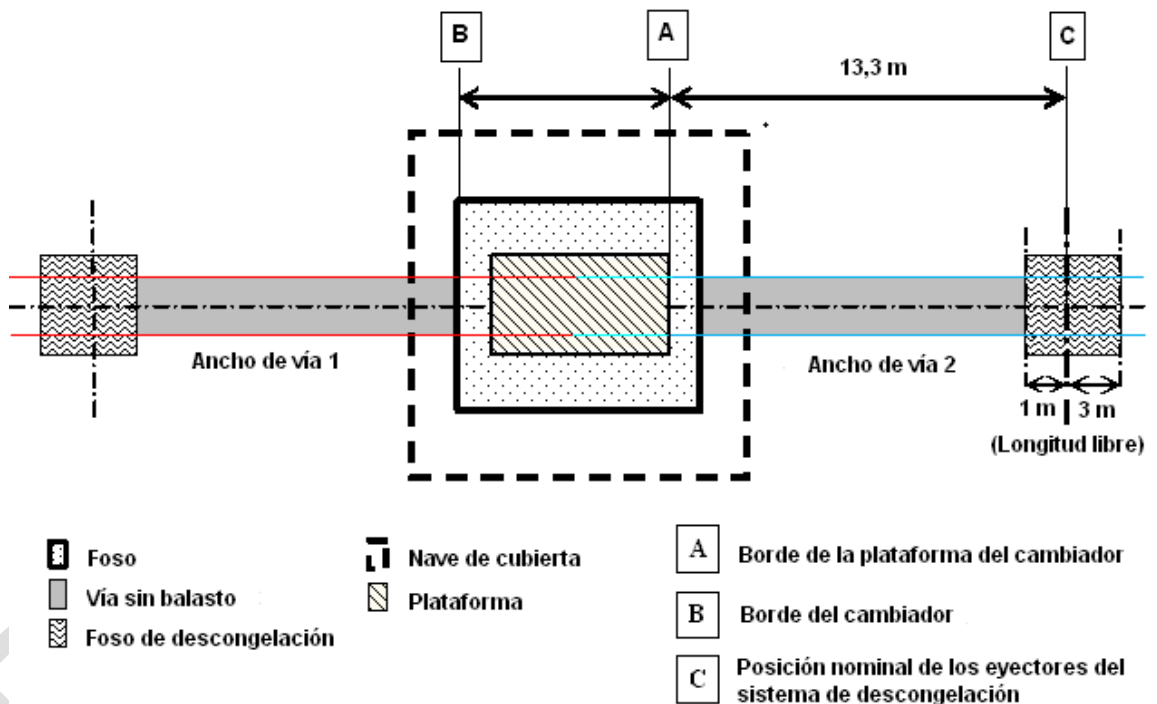
g) Zona del cambiador. Instalaciones y dimensiones

Se definen los siguientes puntos de referencia (Figura 4.1.4.11.1.g):

A: Borde de la plataforma del cambiador: punto donde empieza a apoyarse la estructura del bastidor del bogie, rodal o conjunto de rodadura en el cambiador.

B: Borde del cambiador: borde interior del foso del cambiador.

Figura 4.1.4.11.1.g: Esquema en planta de las instalaciones de la zona del cambiador y de la ubicación del foso de descongelación.



g.1) Plataforma y foso

El cambiador dispondrá de un foso que deberá estar diseñado de tal forma que permita el paso de los operarios de manera segura, y que presentará una correcta evacuación mediante pasillos, pasos inferiores y escaleras de acceso, disponiendo de una iluminación de emergencia en las rutas de evacuación del cambiador.

El fondo de los fosos deberá tener una pendiente mínima del 1% para permitir la recogida de aguas a un canal central, con una sección de 1 m x 1 m, y que finalizará en una arqueta donde se ubicará una bomba de recirculación, con una caída del 3%. Sobre el canal se colocará una rejilla metálica.

g.2) Nave de cubierta

Es necesaria la colocación de una nave que cubra el foso del cambiador, disponiendo de un pasillo perimetral en el exterior del foso de al menos un metro de anchura libre, que permita el paso de los operarios de manera segura.

El cambiador estará en todo momento a una temperatura mínima de al menos 10 °C en el interior de la nave.

Aledaño a la nave del cambiador, será necesario construir un cuarto técnico para ubicar los equipos auxiliares necesarios para el funcionamiento del cambiador.

g.3) Vía sin balasto

A cada lado del foso y desde el final de éste, se construirá un mínimo de 7 m de vía sin balasto.

Si la instalación requiere el montaje de fosos de descongelación, se dispondrá de vía sin balasto entre el foso de descongelación y el foso del cambiador.

Para el caso de esta vía sin balasto, la cota superior de la losa de hormigón será la misma que la de la cabeza del carril. En ningún caso se admitirán materiales elastoméricos para la sujeción del carril o asfaltos como elementos resistentes. Para garantizar la unión solidaria del carril a la placa e impedir su movimiento se empleará hormigón.

Para proteger la arista del cajeadado que alberga la pestaña de la rueda se montará una protección en acero estructural, a una distancia de 60 mm de la cara activa del carril.

g.4) Foso de descongelación

En ciertas condiciones atmosféricas, con frío intenso y humedad o precipitaciones de nieve a lo largo del trayecto, la nieve y el hielo se adhieren a los conjuntos de rodadura, lo que impide el cambio de ancho y hace necesario su eliminación antes de que entre la composición en el cambiador.

En la fase de proyecto de un cambiador de ancho, se deberá realizar un estudio pormenorizado, que determine la idoneidad de la instalación de descongelación de los conjuntos de rodadura.

Si por las condiciones atmosféricas y tipo de material rodante, fuera aconsejable su instalación, se proyectarán instalaciones descongeladoras de los conjuntos de rodadura, situadas en unos fosos antes de la entrada al cambiador por ambos lados o en el sentido que determine el estudio. El tren se descongela eje a eje, avanzando cada vez hasta situar el eje a descongelar encima del foso de descongelación.

El foso de descongelación se construirá a continuación de los tramos de vía sin balasto y tendrá una longitud mínima de 1 m y 3 m a cada lado de la posición nominal de los eyectores del sistema de descongelación, de forma que se permita la correcta descongelación, siendo la distancia entre el borde de la plataforma del cambiador y la posición nominal de los eyectores de 13,3 m⁽¹⁾ (Figura 4.1.4.11.1.g).

NOTA⁽¹⁾ Distancia necesaria para el material rodante con cambio de ancho existente a la entrada en vigor de la presente Instrucción.

La descongelación de los conjuntos de rodadura se realiza proyectando un gran caudal de agua, con una temperatura por encima de los 70 °C, por unas toberas que salen de un tubo colector situado en sentido transversal a la vía, dentro del foso. Las toberas estarán dirigidas hacia los distintos puntos del conjunto de rodadura donde interesa proyectar el agua. La batería de eyectores se podrá mover en el sentido de la vía, para que un operario lo sitúe exactamente debajo del conjunto de rodadura sobre el que se va a trabajar. El caudal de agua caliente y su disponibilidad o reserva dependerán del cálculo de tráfico y su frecuencia, estudio que se deberá de realizar en la fase de proyecto de la instalación.

Es preciso dotar a la instalación de un sistema de seguridad que evite que se active la salida de agua sin estar la composición encima del foso de descongelación, lo que podría provocar que los chorros de agua tocan el hilo de contacto de la catenaria. Para este propósito se instalarán elementos de detección situados en una posición tal que se garantice que hay un conjunto de rodadura encima del descongelador. Todos los elementos metálicos deberán estar dotados de puestas a tierra independientes e interconectadas con la red de tierra, de acuerdo con la norma UNE-EN 50122-1, para evitar cualquier inducción o diferencia de potencial, por lo que se deberá realizar un estudio específico de la resistividad del terreno donde se va a instalar el foso.

La instalación de agua caliente dispondrá de equipos de producción de agua caliente, consistentes en una caldera, dos intercambiadores de placas, bombas, filtros y un acumulador de agua caliente. El alojamiento de estos elementos se realizará en las proximidades del cambiador.

En los fosos de descongelación se situará una bomba de extracción para la recuperación del agua caída en el foso, para su reciclado. La tubería de agua desde la sala de calderas a los fosos y el retorno se colocarán dentro de unas conducciones aisladas, para limitar las pérdidas de calor.

El foso será estanco, de tal modo que permita la completa recogida del agua o de otros fluidos que pudieran emplearse en los procesos de descongelación.

Además, se recomienda disponer de un foso de inspección (o integrar éste en el foso de descongelación) entre el cambiador y el foso de descongelación para poder comprobar visualmente que se ha efectuado de forma correcta la descongelación.

Al igual que el foso que alberga el cambiador, los fosos de descongelación deberán estar diseñados de tal forma que se permita el acceso de manera segura de los operarios y se garantice una correcta evacuación.

h) Zona y entorno del cambiador. Trazado

h.1) Trazado en planta

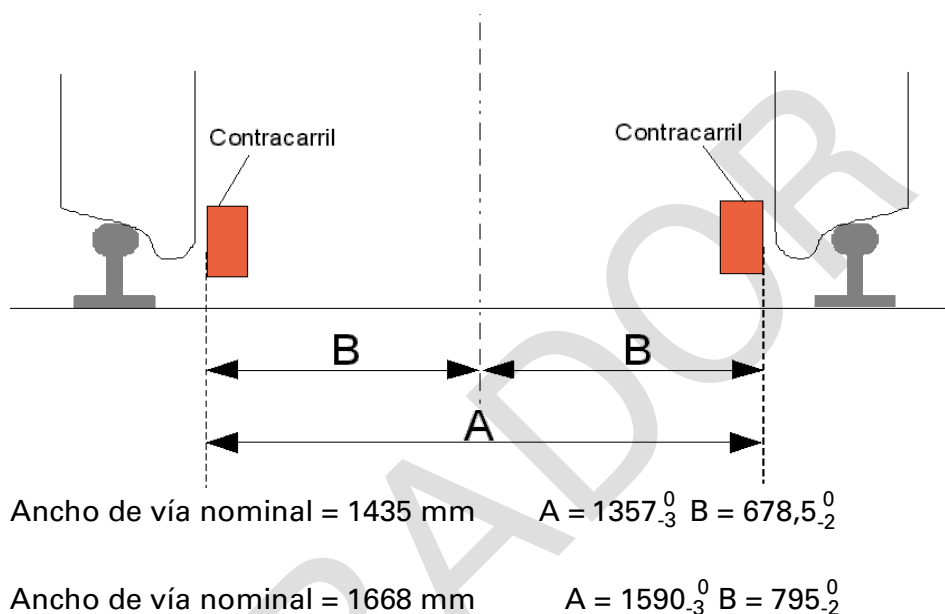
La vía en el entorno del cambiador debe estar en alineación recta en un mínimo de 51 m desde el borde del cambiador a cada lado del mismo, para garantizar el centrado del material rodante antes de entrar en la plataforma de cambio de ancho. Es recomendable que se amplíe esta zona en recta hasta 65 m.

La vía en el resto del entorno del cambiador puede estar en curva, aunque se recomienda el mayor radio posible.

En el caso de no disponer de espacio suficiente en alineación recta para alcanzar el valor indicado, se podrá reducir hasta un mínimo de 25 m a cada lado del cambiador desde el borde de éste, pero en tal caso se deberán instalar dos contracarriles simétricos, para centrar totalmente el tren en el tramo de la vía sin balasto.

En la zona donde exista contracarril (o perfil equivalente en cuanto a funcionalidad) se conservará una distancia entre contracarril y eje de la vía de $678,5 \frac{0}{2}$ mm (para el ancho de vía nominal de 1435 mm) y $795 \frac{0}{2}$ mm (para el ancho de vía nominal de 1668 mm) y una distancia entre contracarriles de $1357 \frac{0}{3}$ mm y $1590 \frac{0}{3}$ mm, respectivamente (Figura 4.1.4.10.1.h.1).

Figura 4.1.4.11.1.h.1: Distancias (mm) en zona de contracarril.



h.2) Trazado en alzado en la zona del cambiador

En la zona del cambiador la pendiente será uniforme, no superando la rampa o pendiente máxima de 5 milésimas, siendo recomendable que dicha zona esté en horizontal o con la menor inclinación posible.

h.3) Trazado en alzado en el entorno del cambiador

La rampa o pendiente máxima de vía en el entorno del cambiador depende del tipo de material rodante que circule por el cambiador. Si las instalaciones se optimizan para el paso de los trenes autopropulsados, es conveniente la ausencia de rampas o pendientes en las proximidades del cambiador, ya que éstas resultan perjudiciales para la maniobra. Además, estos trenes no necesitan de vías mango para su operación.

Por el contrario, en el caso del material remolcado, para facilitar la maniobra de paso por gravedad, es recomendable la declividad favorable por ambos lados hacia el cambiador ("perfil de bañera"), además de facilitar la liberación de determinados piquetes con otros tipos de material en caso de avería.

- **Trazado en alzado para cambiadores diseñados para trenes autopropulsados y trenes empujados (no dependientes del movimiento por gravedad).**

Si el cambio de ancho coincide con el cambio de tensión, el tren no tracciona durante un tiempo. Éste es el motivo por el que se diseñarán los perfiles en el entorno del cambiador lo más horizontales posibles, teniendo como valores máximos de referencia de 5 milésimas de rampa o pendiente. No obstante, se aceptarán valores máximos excepcionales de hasta 12,5 milésimas, lo cual requerirá realizar un estudio cinemático que asegure que el material rodante pasa por el cambiador completamente sin detenerse. Se procurará que las zonas de mayor inclinación estén alejadas del cambiador.

La razón de esta limitación es asegurar que el tren puede mantener su movimiento al pasar por inercia por el cambiador (o al menos al pasar sin funcionar algunos de los motores de tracción), mientras tiene que superar la resistencia al avance adicional que le impone el cambiador.

- **Trazado en alzado para cambiadores optimizados para paso por gravedad.**

En el caso de los cambiadores en que se prevea el paso de los trenes por gravedad (porque lleguen al cambiador remolcados por una locomotora que se aparta en las vías mango del propio cambiador), la declividad en el entorno del cambiador se calculará de forma que permita su paso por gravedad, siendo como mínimo de 3,5 milésimas.

En caso de que en la trayectoria del tren, cuando pasa por gravedad, haya una curva (o un paso por vía desviada), la pendiente debe aumentarse (en una longitud equivalente a la de la curva) en $800/R$ milésimas (siendo R el radio de la curva, en metros), para compensar con la mayor fuerza gravitatoria la retención que la curva ejerce sobre el tren. El desvío a vía desviada debe estar fuera de la zona recta indicada en el apartado h.1.

- **Trazado en alzado para cambiadores diseñados para cualquier tipo de material rodante.**

Se deberán cumplir los requisitos de los dos casos anteriores.

h.4) Acuerdos verticales en el entorno del cambiador

Los acuerdos verticales deben proyectarse para que se cumpla la longitud mínima establecida en el apartado 4.1.4.2.12 del presente libro.

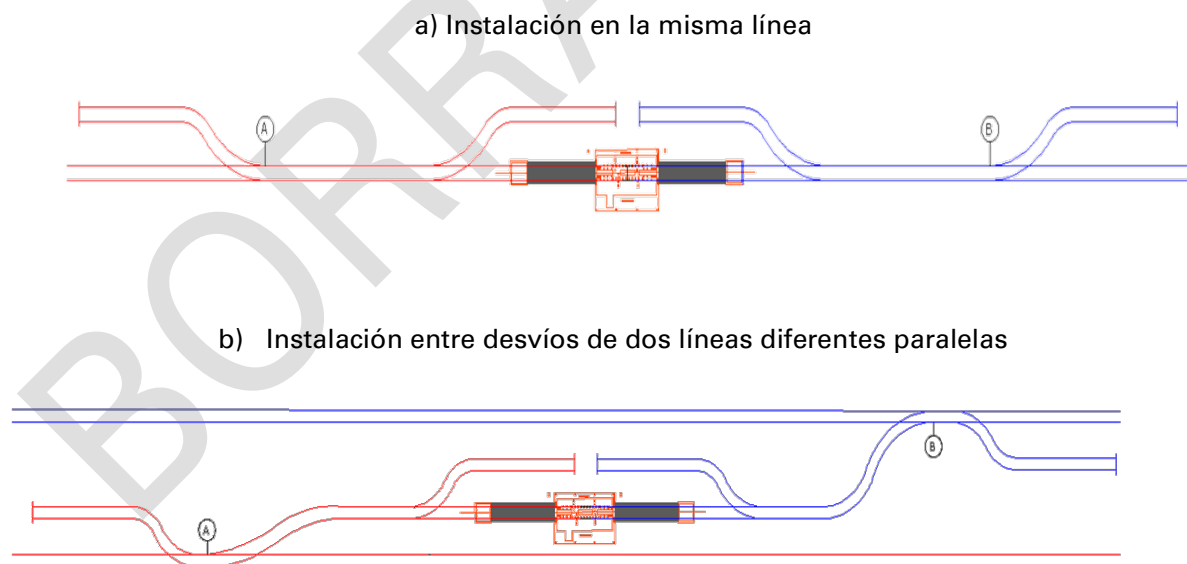
La longitud mínima de vía en pendiente constante, a cada lado del cambiador, y desde el borde de éste, es de 27 m.

h.5) Vías mango y desvíos

Un cambiador, en el caso más general, cuenta hasta con cuatro vías mango (Figura 4.1.4.11.1.h.5):

- Dos de ellas (una de cada ancho de vía) están alejadas del cambiador y próximas al punto de conexión con la vía general (se denominarán vías mango de empuje y seguridad), para permitir el estacionamiento de la locomotora antes del cambio de ancho.
- Otras dos vías mango están más próximas al cambiador, y son denominadas vías mango de apartado de locomotoras. Estas vías mango tendrán la longitud suficiente para estacionar dos locomotoras (45 m mínimos útiles).

Figura 4.1.4.11.1.h.5: Ejemplos de instalaciones de un cambiador de ancho con vías mango.



i) Electrificación

Para los requisitos de la electrificación, consúltese la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

j) Instalaciones de seguridad y comunicaciones

Desde el punto de vista del enclavamiento, el cambiador y su entorno deben estar integrados en un único enclavamiento; y la transición entre enclavamientos, en su caso, deberá permitir que el tren al salir del cambiador pueda estar totalmente fuera de la zona del anterior enclavamiento, antes de pasar a la zona del nuevo enclavamiento.

La transición entre puestos de mando o canales de comunicación Tren-Tierra no se debe realizar en el mismo cambiador, sino en una zona próxima a él, de forma que el conjunto del cambiador esté controlado desde un único punto.

Si en las proximidades del cambiador hay transición de dos puestos de mando dotados de control de tráfico centralizado, aquél que no gobierne la instalación debe tener visualización de la misma, a fin de disponer de una mejor coordinación de la circulación.

4.1.4.11.2. Descarga de aseos

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.2 de la ETI de infraestructura:

Las instalaciones para la descarga de aseos serán compatibles con las características del sistema de descarga especificado en la normativa nacional de material rodante.

En caso de que se utilice una carretilla de descarga de aseos, deberá preverse una distancia mínima entre ejes de 6 metros respecto a la vía adyacente, con una pista de circulación para las carretillas.

4.1.4.11.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.3 de la ETI de infraestructura:

Las estaciones de lavado de trenes se construirán sobre plataforma estanca para evitar la contaminación del suelo, de manera que el agua procedente del lavado sea recogida y dirigida a un punto específico, para su posterior evacuación, previo tratamiento del vertido, si fuera necesario.

Las estaciones de lavado de trenes situadas bajo catenaria serán conformes al apartado 4.1.2.7 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

4.1.4.11.4. Aprovisionamiento de agua

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.4 de la ETI de infraestructura:

Las instalaciones fijas para el aprovisionamiento de agua serán compatibles con las características del sistema de agua especificado en la normativa nacional de material rodante.

El equipamiento fijo para el aprovisionamiento de agua potable deberá abastecerse con agua potable que cumpla los requisitos de la Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

El modo de funcionamiento de la instalación asegurará que el agua suministrada al material rodante cumpla la calidad especificada por la Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998.

4.1.4.11.5. Repostaje de combustible

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.5 de la ETI de infraestructura:

Las instalaciones de repostaje de combustible serán compatibles con las características del sistema de combustible especificado en la normativa nacional de material rodante, y cumplirán el Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas (Anexo I, Instrucción Técnica Complementaria MI-IP03).

Las instalaciones de repostaje de combustible serán conformes a la norma UNE EN 16507.

Las instalaciones de repostaje de combustible suministrarán el combustible especificado en el Real Decreto 1088/2010 de 3 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocombustibles y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo (Anexo III bis, clase B).

4.1.4.11.6. Tomas de corriente eléctrica

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.6 de la ETI de infraestructura:

Cuando se dispongan tomas de corriente eléctrica, el suministro eléctrico en el punto de estacionamiento se efectuará mediante uno o varios de los

sistemas de alimentación eléctrica especificados en la normativa nacional de material rodante.

4.2. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.3 de la ETI de infraestructura:

Desde el punto de vista de la compatibilidad técnica, las interfaces de los requisitos del subsistema de infraestructura, correspondientes a los parámetros funcionales y técnicos establecidos en el apartado 4.1 del presente libro, con los subsistemas de material rodante, energía, control-mando y señalización y explotación y gestión del tráfico se describen en los apartados siguientes. Así mismo se definen las interfaces con el subsistema de infraestructura incluido en las ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida, y de seguridad en túneles ferroviarios.

4.2.1. Material rodante

Cuadro 4.2.1.a: Interfaces entre los subsistemas de infraestructura y de material rodante “Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, 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)”.

IFI		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2.2 4.1.4.1.1	Gálibo	4.2.3.1
Distancia entre ejes de vía	4.1.4.1.2 4.1.4.1.5		
Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v)	4.1.4.7.6		
Separación de andén			

IFI		IF MR ALC-20		
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado	
Distancia entre ejes de vía	4.1.4.1.2	Efecto estela	4.2.6.2.1	
	4.1.4.5.8	Pulso de presión por paso de la cabeza del tren	4.2.6.2.2	
	Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma a los efectos aerodinámicos	4.1.4.7.3.1	Variaciones máximas de presión en los túneles	4.2.6.2.3
		4.1.4.8.6		
	Anchura de los andenes	4.1.4.9.1		
	Levante de balasto	4.1.4.9.2		
	Efecto pistón en las estaciones subterráneas			
Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión				
Radio mínimo de las alineaciones circulares, (R)	4.1.4.1.4	Radio mínimo de curva	4.2.3.6	
Ancho de vía	4.1.4.2.1	Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	4.2.3.5.2.1	
Perfil de la cabeza del carril en plena vía	4.1.4.2.9		4.2.3.5.2.2	
Geometría de diseño de los aparatos de vía	4.1.4.3.3	Características mecánicas y geométricas de las ruedas	4.2.3.5.2.3	
Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (límites de actuación inmediata en aparatos de vía)	4.1.4.6.c.4			Ejes montados de ancho variable
Aceleración por insuficiencia de peralte	4.1.4.2.5	Comportamiento dinámico en circulación	4.2.3.4.2.	
Aceleración por exceso de peralte (a_E)	4.1.4.2.7			
Conicidad equivalente	4.1.4.2.8	Conicidad equivalente	4.2.3.4.3	
Perfil de la cabeza del carril	4.1.4.2.9	Características mecánicas y geométricas de las ruedas	4.2.3.5.2.2	

IFI		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Resistencia de la vía frente a cargas verticales	4.1.4.4.1	Carga por eje	4.2.3.2.1
Resistencia transversal de la vía	4.1.4.4.3		
Cargas verticales	4.1.4.5.1		
Mayoración por efectos dinámicos de cargas verticales	4.1.4.5.2		
Fuerzas centrífugas	4.1.4.5.3		
Fuerzas de lazo	4.1.4.5.4		
Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	4.1.4.5.5		
Alabeo del tablero y alabeo total	4.1.4.5.6		
Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno	4.1.4.5.7		
Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico	4.1.4.5.9		
Resistencia de la vía frente a cargas verticales	4.1.4.4.1	Valores límite de la seguridad en circulación	4.2.3.4.2.1
Resistencia transversal de la vía	4.1.4.4.3	Valores límite del esfuerzo sobre la vía	4.2.3.4.2.2
Fuerzas de lazo	4.1.4.5.4		
Resistencia longitudinal de la vía	4.1.4.4.2	Prestaciones de frenado	4.2.4.5
Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	4.1.4.5.5		
Efecto de los vientos transversales	4.1.4.8.3	Viento transversal	4.2.6.2.4

IFI		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Levante de balasto	4.1.4.8.6	Efecto aerodinámico en vía con balasto	4.2.6.2.5
Toperas	4.1.4.10.3	Eenganche final	4.2.2.2.3
Instalaciones de cambio de ancho	4.1.4.11.1	Características mecánicas y geométricas de los ejes montados	4.2.3.5.2.1
		Características mecánicas y geométricas de las ruedas	4.2.3.5.2.2
		Ejes montados de ancho variable	4.2.3.5.2.3
Descarga de aseos	4.1.4.11.2	Conexión al sistema de descarga de retretes	4.2.11.3
Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	4.1.4.11.3	Limpieza exterior en una estación de lavado	4.2.11.2.2
Aprovisionamiento de agua	4.1.4.11.4	Equipo de recarga de agua	4.2.11.4
Repostaje de combustible	4.1.4.11.5	Interfaz para la recarga de agua	4.2.11.5
	4.1.4.11.6		4.2.11.7
Tomas de corriente eléctrica	4.1.4.11.6	Equipos de repostaje	4.2.11.6
		Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes	

Cuadro 4.2.1.b: Interfaces entre los subsistemas de infraestructura y de material rodante
 “ETH de vagones (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: Vagones»)”.

IFI		ETH de vagones	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2.2 4.1.4.1.1	Gálibo	4.2.1.1
Distancia entre ejes de vía	4.1.4.1.2 4.1.4.1.5		
Radio mínimo de los acuerdos verticales, (<i>Rv</i>)	4.1.4.7.6		
Separación de andén			
Radio mínimo de las alineaciones circulares, (<i>R</i>)	4.1.4.1.4	Aptitud para circular por curvas de radio reducido	4.2.1.2.2
Ancho de vía	4.1.4.2.1	Características geométricas de los ejes montados	4.2.1.2.4
Perfil de la cabeza del carril	4.1.4.2.9	Ruedas	4.2.1.5.3
Geometría de diseño de los aparatos de vía	4.1.4.3.3		
Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (límites de actuación inmediata en aparatos de vía)	4.1.4.6.c.4		

BC

IFI		ETH de vagones	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Resistencia de la vía frente a cargas verticales	4.1.4.4.1	Cargas por eje	4.2.1.3.1
Resistencia transversal de la vía	4.1.4.4.3	Esfuerzos verticales estáticos	4.2.1.3.2
Cargas verticales	4.1.4.5.1	Fuerzas transversales y verticales dinámicas	4.2.1.3.3
Mayoración por efectos dinámicos de cargas verticales	4.1.4.5.2	Fuerzas longitudinales sobre la vía	4.2.1.3.4
Fuerzas centrífugas	4.1.4.5.3		
Fuerzas de lazo	4.1.4.5.4		
Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	4.1.4.5.5		
Alabeo del tablero y alabeo total	4.1.4.5.6		
Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno	4.1.4.5.7		
Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico	4.1.4.5.9		
Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados	4.1.4.6	Comportamiento dinámico del material	4.2.1.2.1
Resistencia longitudinal de la vía	4.1.4.4.2	Prestaciones del freno de servicio	4.2.3.2.1
Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	4.1.4.5.5	Prestaciones del freno de estacionamiento	4.2.3.2.2
Toperas	4.1.4.10.3	Enganches extremos	4.2.4.1.1

4.2.2. Energía

Cuadro 4.2.2: Interfaces entre los subsistemas de infraestructura y de energía.

IFI		IFE (apéndice II de la presente Orden)	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado del libro tercero
Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2.2 4.1.4.1.1	Gálibo del pantógrafo	4.1.2.2.2
Instalaciones de cambio de ancho	4.1.4.11.1	Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho	4.1.2.6.1
Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	4.1.4.11.3	Instalaciones de lavado bajo catenaria	4.1.2.7

4.2.3. Control-mando y señalización

Cuadro 4.2.3: Interfaces entre los subsistemas de infraestructura y de control-mando y señalización.

IFI		ETI de Control-Mando y Señalización	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2.2 4.1.4.1.1	Comunicación por eurobaliza con el tren (espacio para la instalación)	4.2.5.2
		Comunicación por eurolazo con el tren (espacio para la instalación)	4.2.5.3
		Sistemas de detección de trenes en tierra (espacio para la instalación)	4.2.10
		Visibilidad de los objetos de control-mando y señalización en tierra	4.2.15
Comunicación de emergencia	4.1.4.9.11	Funciones de comunicaciones móviles GSM-R para los ferrocarriles	4.2.4

4.2.4. Explotación y gestión del tráfico

Cuadro 4.2.4: Interfaces entre los subsistemas de infraestructura y de explotación y gestión del tráfico.

IFI		ETI de Explotación y Gestión del Tráfico	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Resistencia longitudinal de la vía	4.1.4.4.2	Prestaciones de frenado y velocidad máxima permitida	4.2.2.6.2
Conicidad equivalente en servicio	4.1.4.2.8	Calidad de la explotación	4.2.3.4.4
Efecto de los vientos transversales	4.1.4.8.3	Disposiciones de contingencia	4.2.3.6.3
Normas de explotación	4.3	Modificaciones de la información contenida en el libro de itinerarios del maquinista	4.2.1.2.2.2
		Funcionamiento degradado	4.2.3.6
Norma para situaciones de emergencias	4.3.2.1	Comprobación de que el tren está en disposición de iniciar la marcha	4.2.2.7
		Salida de los trenes	4.2.3.3
		Funcionamiento degradado	4.2.3.6
Plan de Autoprotección del túnel	4.3.2.2	Gestión de situaciones de emergencia	4.2.3.7
Simulacros	4.3.2.3		
Suministro de información a los viajeros sobre seguridad y emergencias a bordo del tren	4.3.2.7		

IFI		ETI de Explotación y Gestión del Tráfico	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Competencia específica en túneles de la tripulación del tren y resto del personal	4.5.2	Competencias profesionales	4.6.1

4.2.5. Personas con discapacidad y de movilidad reducida

Cuadro 4.2.5: Interfaces entre la IFI y la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

IFI		ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Anchura y borde de los andenes	4.1.4.7.3	Anchura y borde de los andenes	4.2.1.12
Extremos de los andenes	4.1.4.7.4	Extremos de los andenes	4.2.1.13
Cruces de vía en andenes para viajeros	4.1.4.7.7	Cruce de la vía a los andenes para viajeros	4.2.1.15

4.2.6. . Seguridad en túneles ferroviarios

Cuadro 4.2.6: Interfaces entre la IFI y la ETI relativa a la seguridad en túneles ferroviarios.

IFI		ETI relativa a la seguridad en los túneles ferroviarios	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas	4.1.4.9.4	Prevención del acceso no autorizado a las salidas de emergencia y a las salas técnicas	4.2.1.1
Protección y seguridad contra incendios	4.1.4.9.5	Resistencia al fuego de las estructuras del túnel	4.2.1.2
		Reacción al fuego de los materiales de construcción	4.2.1.3
		Detección de incendios en las salas técnicas	4.2.1.4
Rutas de evacuación hacia zonas seguras	4.1.4.9.6	Instalaciones de evacuación	4.2.1.5
Zonas seguras y acceso a las mismas	4.1.4.9.7	Instalaciones de evacuación	4.2.1.5
Pasillos de evacuación en túneles	4.1.4.9.8	Pasillos de evacuación	4.2.1.6
Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación	4.1.4.9.9	Instalaciones de evacuación	4.2.1.5
Señalización de la evacuación	4.1.4.9.10	Instalaciones de evacuación	4.2.1.5
Comunicación de emergencia	4.1.4.9.11	Comunicaciones de emergencia	4.2.1.8
Puntos de evacuación y rescate	4.1.4.9.13	Puntos de evacuación y rescate	4.2.1.7
Zonas de rescate fuera del túnel	4.1.4.9.14	Puntos de evacuación y rescate	4.2.1.7
Suministro de agua	4.1.4.9.15	Puntos de evacuación y rescate	4.2.1.7
Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias	4.1.4.9.16	Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias	4.2.1.9
Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	4.1.4.9.17	Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	4.2.1.10
Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores	4.1.4.9.18	Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores	4.2.1.11

4.3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.4 (1) de la ETI de infraestructura y 4.4 a) de la ETI de seguridad en túneles.

Las normas de explotación forman parte, junto a los procedimientos, del sistema de gestión de la seguridad del administrador de la infraestructura. Estas normas deben ser coherentes con la documentación de explotación contenida en el expediente técnico, definido en el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

4.3.1. Condiciones excepcionales relativas a obras programadas con antelación

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4 (2) de la ETI de infraestructura:

Este apartado no es de aplicación en los túneles.

En determinadas situaciones que incluyen obras programadas con antelación, puede ser necesario suspender temporalmente el cumplimiento de las especificaciones del subsistema de infraestructura, definidas en el capítulo 4 del presente libro.

El administrador de infraestructuras establecerá las condiciones de explotación y operación excepcionales que se requieran para garantizar la seguridad (por ejemplo, restricciones de la velocidad, carga por eje, gálibo de implantación de obstáculos).

Se aplicarán las siguientes disposiciones generales:

- Temporalmente y con previsión suficiente, se podrán establecer condiciones de operación excepcionales que no se ajusten a la presente Instrucción.
- Las empresas de transporte ferroviario que operen servicios en la línea deben ser avisadas con previsión suficiente de estas excepciones temporales y de su situación geográfica, naturaleza y medios de señalización.

Durante la ejecución de las obras se aplicará la normativa de trabajos en la vía vigente, del administrador de infraestructuras.

4.3.2. Seguridad en túneles

Las siguientes normas de explotación no forman parte de la evaluación del subsistema de infraestructura.

4.3.2.1. Normas para situaciones de emergencias

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4.1 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de longitud igual o superior a 100 m.

Las normas de explotación asociadas específicamente con la seguridad en los túneles que deben cumplirse, son las siguientes:

- Controlar el estado del tren antes de acceder a un túnel, a fin de detectar cualquier defecto que resulte perjudicial para su comportamiento en marcha y poder llevar a cabo la acción adecuada.
- En caso de incidente fuera del túnel, cualquier tren que presente algún defecto que resulte perjudicial para su comportamiento en marcha, será detenido antes de acceder al túnel.
- En caso de incidente dentro del túnel, dirigir el tren hacia el exterior del mismo, o hacia el siguiente punto de evacuación y rescate.
- Las consideradas en el estudio de comportamiento de humos del apartado 4.1.4.9.6 del presente libro, para túneles de longitud superior a 2000 m.
- En el caso de túneles paralelos en los que la evacuación de un tubo se prevea a través del contiguo, el sistema de control del tráfico ferroviario permitirá interrumpir la circulación en el tubo no afectado, en un plazo máximo en el entorno de 5 minutos, tras producirse la incidencia en el otro tubo.
- En el caso de túneles con vía doble el sistema de control del tráfico ferroviario permitirá interrumpir la circulación en la vía no afectada, en un plazo máximo en el entorno de 5 minutos tras producirse la incidencia.

4.3.2.2. Plan de Autoprotección del túnel

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4.2 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de longitud igual o superior a 1000 m.

El administrador de infraestructura redactará un Plan de Autoprotección, en cooperación con los servicios de intervención en emergencias. Asimismo deberán implicarse en la redacción los gestores de estaciones situadas en el interior o en los extremos del túnel, que se utilicen como zonas seguras o como puntos de evacuación y rescate.

En caso de que el Plan de Autoprotección afecte a un túnel existente, las empresas ferroviarias que ya operen en el túnel deberán ser consultadas. En caso de que el Plan de Autoprotección afecte a un nuevo túnel, las empresas ferroviarias que tengan previsto operar en el túnel podrán ser consultadas.

Análogamente, los responsables de las estaciones anteriores deberán redactar los correspondientes Planes de Autoprotección de las mismas, en cooperación con los servicios de intervención en emergencias. En este caso, el administrador de la infraestructura deberá implicarse en la elaboración o adaptación del Plan de Autoprotección.

El Plan de Autoprotección se desarrollará en base a las instalaciones existentes de autorrescate, evacuación, extinción de incendios y rescate.

El Plan de Autoprotección incluirá escenarios detallados de incidentes específicos en el túnel que se adapten a las características y condiciones locales del mismo.

Una vez elaborado, el Plan de Autoprotección deberá ser comunicado a las empresas ferroviarias que tengan previsto utilizar el túnel

La presencia de personas con discapacidad y/o personas con movilidad reducida deberá considerarse en el Plan de Autoprotección.

El Plan de Autoprotección deberá ser actualizado periódicamente por el administrador de la infraestructura según lo dispuesto en el apartado 4.2.1.2.2.2 de la ETI de explotación y gestión del tráfico (Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema "explotación y gestión del tráfico" del sistema ferroviario de la Unión Europea).

El Plan de Autoprotección cumplirá los requisitos del apartado 4.2.3.7 de la ETI de explotación y gestión del tráfico, "Gestión de situaciones de emergencia", y además las disposiciones complementarias siguientes:

a) Contenido

El Plan de Autoprotección cumplirá la Norma Básica de Autoprotección (Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo) y lo establecido en la normativa específica de las Comunidades Autónomas afectadas.

Además de estos contenidos, se incorporarán los siguientes:

- Los criterios de evacuación de viajeros y personal a bordo del tren en caso de incidente en el túnel y las medidas previstas para ello.
- La responsabilidad y los procedimientos de aislamiento y puesta a tierra de la línea aérea de contacto.
- Tiempo de evacuación disponible para la completa evacuación de los viajeros y personal a bordo del tren a un lugar seguro, en concordancia con los resultados del estudio de comportamiento de humos del apartado 4.1.4.9.6 del presente libro.
- Expediente de mantenimiento de las instalaciones y elementos de protección del túnel.
- El plan de actuación, evacuación y rescate elaborado por la empresa ferroviaria donde se establezcan los procesos y procedimientos de gestión de las situaciones de emergencia.

b) Identificación de puertas de evacuación

En el Plan de Autoprotección y en el libro de Itinerarios del maquinista se reflejará la situación de las puertas que conduzcan a salidas de emergencia o a galerías de conexión entre túneles paralelos. Cada puerta se identificará de forma inequívoca por ambos lados. Su denominación se utilizará en todas las comunicaciones entre la empresa ferroviaria, el administrador de la infraestructura y los servicios de intervención en emergencias. Cualquier cambio deberá comunicarse inmediatamente a todos los actores.

4.3.2.3. Simulacros

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4.3 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de longitud igual o superior a 1000 m.

Antes de la apertura de un túnel o de una serie de túneles, se efectuará un simulacro a escala real que comprenda los procedimientos de evacuación y rescate, y en el que participen todas las categorías de personal definidas dentro del Plan de Autoprotección.

El Plan de Autoprotección definirá de qué manera todas las organizaciones implicadas pueden familiarizarse con la infraestructura y con qué frecuencia tendrán lugar las visitas al túnel y los simulacros totales o parciales.

La presencia de personas con discapacidad y/o personas con movilidad reducida deberá considerarse en el simulacro, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Autoprotección.

4.3.2.4. Procedimientos de desconexión y puesta a tierra

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4.4 de la ETI de seguridad en túneles:

Este apartado es de aplicación a todos los túneles de longitud superior a 1000 m.

Cuando sea preciso desconectar el suministro eléctrico de tracción, el administrador de la infraestructura garantizará que las secciones correspondientes de la línea aérea de contacto han sido desconectadas, e informará de ello a los servicios de intervención en emergencias antes de su entrada en el túnel o sección del mismo.

La responsabilidad y el procedimiento de la puesta a tierra se definirán en el Plan de Autoprotección. Se dispondrán medidas para el aislamiento de la sección en la que haya tenido lugar el incidente.

Los procedimientos y responsabilidades para la puesta a tierra de la línea de contacto serán definidos entre el administrador de la infraestructura y los servicios de intervención en emergencias, y estarán recogidos en el Plan de Autoprotección. Se dispondrán medidas para la desconexión eléctrica de la sección en la que haya tenido lugar el incidente

Los procedimientos se actualizarán al menos cada cinco años, incorporando la experiencia de la explotación y los avances técnicos, organizativos y científicos oportunos. También se actualizarán como consecuencia de cambios en las condiciones de explotación o de accidentes graves que así lo aconsejen.

4.3.2.5. Libro de Itinerarios del maquinista (*parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Según lo especificado en el apartado 4.2.1.2.2.1 de la ETI de explotación y gestión del tráfico, en el libro de Itinerarios del maquinista figurará la siguiente información sobre seguridad en los túneles: localización, nombre, longitud, información sobre la existencia o no de pasillos de evacuación, zonas seguras y acceso a las mismas (salidas de emergencia, galerías de conexión así como posibles soluciones alternativas de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.1.4.9.7 del presente libro).

El libro de Itinerarios del maquinista deberá ser actualizado periódicamente por la empresa ferroviaria, según lo dispuesto en el apartado 4.2.1.2.2.2 de la ETI de explotación y gestión del tráfico.

4.3.2.6. Información al servicio de intervención en emergencias y acceso al tren
(parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La empresa ferroviaria que opera el tren deberá facilitar al servicio de intervención en emergencias una descripción del material rodante, con el fin de que puedan planificar y llevar a cabo la actuación en emergencias. En particular, deberá facilitarse información sobre la manera de acceder al interior del material rodante, conforme al Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo (Norma Básica de Autoprotección).

4.3.2.7. Suministro de información a los viajeros sobre seguridad y emergencias a bordo del tren

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4.5 de la ETI de seguridad en túneles:

Cuando dicha información se presente de manera escrita u oral, se facilitará, como mínimo, en castellano y en inglés.

Se definirá una norma de explotación que describa la manera en que los miembros del personal a bordo del tren realizarán la completa evacuación del tren, si se presenta el caso, teniendo en cuenta los habitáculos cerrados (p.e. WC), con especial atención a los viajeros con movilidad reducida y discapacidad.

4.4. MANTENIMIENTO DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.5 de la ETI de infraestructura y 4.5 de la ETI de seguridad en túneles.

4.4.1. Especificaciones para el mantenimiento

4.4.1.1. Etapa de planificación de la infraestructura

Previamente a la redacción de los proyectos de una línea ferroviaria, el promotor de la infraestructura definirá su vida útil, así como la de los elementos que la componen, de forma acorde a las instrucciones técnicas y normativa aplicables, y siguiendo criterios de amortización de la infraestructura.

4.4.1.2. Etapa de redacción de los proyectos de construcción

Los distintos elementos de la línea ferroviaria serán proyectados con unas condiciones de durabilidad acordes con su vida útil de diseño.

Todos aquellos elementos de la infraestructura que tengan una vida útil inferior a la global de la línea se proyectarán para que sean fácilmente renovables o sustituibles.

Para la selección de las soluciones constructivas que se definan en un proyecto se hará un análisis económico, que incluirá los costes de construcción y de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

El proyecto de construcción incluirá una guía para el mantenimiento de la infraestructura, que establecerá recomendaciones para su realización.

4.4.1.3. Etapa de construcción de la infraestructura

Con el fin de que durante la etapa de mantenimiento de la línea ferroviaria puedan conocerse con detalle las características de la infraestructura, durante la construcción el promotor dispondrá de un registro de seguimiento de las obras, que permita documentar fielmente la obra construida, las condiciones en que se han realizado los trabajos, las incidencias de obra y las reparaciones realizadas.

Una vez finalizada la obra, y tomando como base la información recogida en dicho registro de seguimiento, el promotor redactará un Proyecto Construido, en el que se recopilarán datos relativos a la geometría realmente ejecutada, incluyendo al menos:

- Justificación del diseño y cálculos de la obra construida.
- Planos “según construido”, con datos tomados directamente de la obra mediante topografía u otros elementos, y con una precisión de medida tal que reflejen con exactitud las formas y dimensiones de lo construido.

- Incidencias de obra significativas y reparaciones realizadas.
- Resultados del control de calidad de los materiales realizado durante la construcción de la línea.

Además, considerando dicha documentación, el promotor actualizará la guía para el mantenimiento de la infraestructura, redactada en el proyecto de construcción.

4.4.1.4. Entrada en servicio del subsistema de infraestructura de una línea ferroviaria

Previamente a la entrada en servicio del subsistema de infraestructura de una línea ferroviaria, el promotor preparará un Archivo de mantenimiento, como parte del expediente técnico que acompaña a la declaración de verificación. Dicho expediente técnico será elaborado por el solicitante de acuerdo con el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y deberá contener las características técnicas relacionadas con el diseño, incluidos planos y esquemas generales y de detalle en relación con la ejecución, documentación sobre el funcionamiento y el mantenimiento.

4.4.1.5. Etapa de mantenimiento de la infraestructura

Tras la entrada en servicio del subsistema de infraestructura de una línea ferroviaria, el administrador de la infraestructura elaborará un Plan de mantenimiento, que permitirá garantizar su funcionalidad a lo largo de su vida útil.

El administrador de la infraestructura será responsable del seguimiento y actualización del Plan de mantenimiento, a lo largo de la vida útil de la línea.

4.4.2. Archivo de mantenimiento

El archivo de mantenimiento contendrá al menos la siguiente documentación:

- Cartografía a escala 1:1000, con el trazado de la línea georreferenciado.
- Listado de elementos de inventario de todos los elementos singulares, que incluya el P.K. inicial, el P.K. final y las características básicas, con una breve descripción. Como mínimo debería contener los conceptos siguientes:

- Paso superior
 - Paso inferior
 - Túnel
 - Viaducto
 - Drenaje
 - Puente
 - Estación
 - PAET (Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes)
 - PB (Puesto de Banalización)
 - Desvío
 - Aparato
- Guía de mantenimiento de la vía, en consonancia con el tipo de servicio a establecer sobre la línea ferroviaria y la normativa vigente al respecto del administrador de la infraestructura, responsable de su mantenimiento y explotación, que incluirá al menos:
- Características de geometría cuasiestática del trazado de la/s vía/s general/es, con parámetros de alineaciones en planta y alzado (radios, peralte, rasante, acuerdos verticales y transiciones), con punto kilométrico (P.K.) de explotación de cada punto significativo de la alineación y su correspondiente georreferenciación.
 - Características de parámetros geométricos de la vía y límites establecidos de los defectos aislados, que incluyan un conjunto de valores para los límites de actuación inmediata, como mínimo de los siguientes parámetros:
 - Nivelación longitudinal
 - Alabeo
 - Alineación
 - Ancho de Vía (medio y variación)
 - Peralte
 - Aparatos de vía
- Medidas adoptadas (limitaciones temporales de velocidad, plazos de reparación) cuando se superen los valores estipulados.
- Condiciones básicas del armamento de la vía, indicando su tipología (carril, traviesa, sujeciones, balasto; como elementos mínimos a señalar) y su localización, basada en el P.K. de explotación y georreferenciación.
 - Aparatos de dilatación: denominación, tipología y emplazamiento en la estructura (estribo, vano, etc.), basado en el P.K. de explotación y su georreferenciación.

- Juntas aislantes encoladas: tipología y tipo de perfil, fecha de instalación y montador si lo hubiere, junta de taller o in situ y tipo de embridado. Se indicará el P.K. de explotación y su georreferenciación.
 - Localización de soldaduras, con su P.K. de explotación y georreferenciación, con oportuna cita de su fecha y parte de ejecución, así como registro gráfico.
 - Conocimiento previo de las temperaturas de evaluación tensional de la barra larga soldada (como mínimo, temperatura de neutralización o de homogeneización).
 - Inspecciones anuales y específicas a realizar, relativas al control de la geometría de la vía y carril, así como del estado tensional e interno del carril.
 - Requisitos aplicables al control de la conicidad equivalente en servicio. Medidas adoptadas (limitaciones temporales de velocidad, plazos de reparación, plazos de reparación) cuando se superen los valores estipulados.
 - Esquemas funcionales de estaciones u otras dependencias, con longitudes útiles de vía e información de aparatos de vía, con su denominación y tipología concreta, con la información de su localización basada en el P.K. de explotación y la georreferenciación de su junta de contraaguja (JCA).
 - Longitud útil, rasante y radio/s de la/s alineación/es circular/es de las vías de estacionamiento de las estaciones u otras dependencias de la línea.
- Localización del cerramiento en la línea ferroviaria y de las puertas de acceso, si existen, con sus PP.KK. de explotación y georreferenciación.
- Estudio de gálibos:
- Auscultación de gálibos de toda la línea, con listado de puntos críticos.
 - Posición relativa del borde del andén respecto el eje de la vía. Medidas adoptadas (limitaciones temporales de velocidad, plazos de reparación) cuando no se cumplan los valores estipulados en el apartado 4.1.4.7 del presente libro.
 - Listado de restricciones a la circulación de material rodante específico (empates mínimos, longitudes vagones/coches, perfiles de ruedas, carga por eje máxima, gálibos especiales...).
- Estudio de túneles cuando la longitud de los mismos sea igual o superior a 100 m:

- Identificación de elementos propensos a sufrir desgaste, fallo, envejecimiento o cualquier otra forma de deterioro o degradación.
 - Especificación de los límites de utilización de los elementos mencionados en el apartado anterior y una descripción de las medidas que han de tomarse para impedir que se sobrepasen esos límites.
 - Identificación de aquellos elementos relevantes en las situaciones de emergencia y su gestión, tanto del subsistema de infraestructura como del de energía.
 - Comprobaciones periódicas y actividades de revisión necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos relevantes en las situaciones de emergencia.
- Proyectos construidos de la infraestructura.
- Guía de mantenimiento de las estructuras, túneles y explanaciones, en consonancia con el tipo de servicio a establecer sobre la línea y la normativa vigente al respecto del administrador de la infraestructura, responsable de su mantenimiento y explotación, que incluirá al menos:
- Datos generales de la obra: Vida útil, descripción general y características funcionales.
 - Condicionantes de diseño: Condiciones climáticas, agresividad del terreno y aguas, condicionantes geotécnicos, velocidad máxima de la línea ferroviaria, tipo de tráfico previsto en la línea, cruce con otras infraestructuras, condiciones hidráulicas en estructuras sobre cauces, acuerdos con otras administraciones, afecciones a edificios e instalaciones, afecciones hidrogeológicas, etc.
 - Inventario de accesos: caminos de acceso, acceso al interior del tablero en puentes y viaductos, disposición del cerramiento, accesibilidad para medios auxiliares para el mantenimiento.
 - Relación de empresas que han participado en el proyecto y en la ejecución de la obra, incluyendo empresas subcontratistas.
- Relación de terrenos expropiados.
 - Delimitación de zonas de trabajos con limitaciones por interferencia con circulaciones ferroviarias.
 - Dispositivos instalados para permitir la realización de los trabajos de inspección y mantenimiento con seguridad.

- Instrumentación para la fase de construcción y para la fase de explotación. Programa de auscultación.
- Establecimiento del programa de puntos de inspección para las inspecciones básicas y principales.
- Relación de las actuaciones de mantenimiento ordinario, previstas durante la explotación de la línea.

– Inspecciones de la infraestructura:

- Inspección de la situación de los puentes y viaductos, que deberá incluir, los capítulos mínimos necesarios previos a la puesta en servicio, marcados por la normativa de inspección técnica de puentes de ferrocarril (Orden FOM/1951/2005, de 10 de junio, por la que se aprueba la instrucción sobre las inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril (ITPF-05)), que contempla tanto inspecciones, como pruebas de carga, para puentes en servicio o de nueva construcción.
 - Inspección de la funcionalidad de las explanaciones, según el apartado 4.4.3.12 del presente libro.
 - Inspección de la funcionalidad de los túneles, según el apartado 4.4.3.13 del presente libro.
 - Inspección de la funcionalidad de todas las instalaciones y elementos de los apartados 4.1.4.9.4 a 4.1.4.9.18 del presente libro, así como en su caso del apartado 4.1.2.5 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía IFE (apéndice II de la presente Orden).
- Estimación del coste medio del mantenimiento de los elementos principales de la infraestructura, teniendo en cuenta aquellas acciones que tengan carácter periódico o preventivo.

4.4.3. Plan de mantenimiento

A partir del Archivo de mantenimiento, el administrador de la infraestructura desarrollará un Plan de mantenimiento, que incluirá:

- a) Medidas de seguimiento de los parámetros de servicio, estableciendo un conjunto de valores para los límites de calidad geométrica, de intervención y de alerta.
- b) Previsión de actuaciones de mantenimiento que tengan un carácter periódico o preventivo.

El Plan de mantenimiento contendrá al menos la documentación incluida en los siguientes apartados.

4.4.3.1. Control del perfil e inclinación del carril

El Plan de mantenimiento establecerá la geometría admisible del perfil del carril respecto el perfil teórico así como la inclinación admisible del carril, tras tratamientos superficiales preventivos.

4.4.3.2. Control de parámetros de trazado

Radio mínimo de las alineaciones circulares (R) (4.1.4.1.4), radio mínimo de los acuerdos verticales (R_v) (4.1.4.1.5), longitud mínima de las curvas de transición y alineaciones de curvatura constante (4.1.4.2.11), y longitud mínima de las alineaciones verticales (L_v) (4.1.4.2.12).

Los medios para mantener los valores en servicio se deberán establecer en el Plan de mantenimiento.

4.4.3.3. Control del desgaste e inclinación del carril (4.1.4.2.10).

Los límites de actuación inmediata del desgaste e inclinación el carril adoptados por el administrador de infraestructuras se registrarán en el Plan de mantenimiento.

4.4.3.4. Control de la geometría de los aparatos de vía en servicio (4.1.4.6)

Los requisitos operativos de mantenimiento para el peralte se indican en el cuadro G.4 del anexo G para las tolerancias en servicio.

4.4.3.5. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (4.1.4.6)

Los límites de actuación inmediata, de intervención y de alerta, adoptados por el administrador de infraestructuras, así como la base sobre la que se comprueban, se registrarán en el Plan de mantenimiento.

4.4.3.6. Características relacionadas con el acceso de las personas de movilidad reducida (4.1.4.7)

Se deberán cumplir los requisitos relativos al mantenimiento indicados en el apartado 4.5.1 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

4.4.3.7. Gálibos (4.1.4.1.1), distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2) y separación de andén (4.1.4.7.6)

Los requisitos relativos al mantenimiento del gálibo se indican en el capítulo 17 y en el anexo H de la norma UNE-EN 15273-3.

4.4.3.8. Evacuación fuera de los túneles (4.1.4.8.5)

Para velocidades menores o iguales a 160 km/h, los espacios laterales pueden utilizarse como paseos de servicio para mantenimiento, situándose en este caso a una distancia mínima de seguridad de la cara no activa del carril exterior de 3 m.

En los paseos, se evitará colocar instalaciones u otros elementos que dificulten o impidan el paso de personas.

4.4.3.9. Control del levante de balasto (4.1.4.8.6)

El Plan de mantenimiento incluirá los controles a realizar para garantizar, en el caso de las líneas indicadas en el apartado 4.1.4.8.6 del presente libro, el rebaje de la cota de balasto entre carriles.

Se realizará el perfilado de la banqueta de balasto entre 3-4 cm por debajo de la parte de menor altura de la cara superior de la traviesa y únicamente entre carriles.

4.4.3.10. Instalaciones de cambio de ancho (4.1.4.11.1)

Deberá realizarse una inspección obligatoria de los componentes existentes, para detectar posibles anomalías que afecten a la operatividad de la instalación de cambio de ancho.

En caso de existir dispositivos de supervisión de cambio de ancho en la infraestructura, éstos deberán también ser objeto de vigilancia y de controles apropiados para proporcionar resultados fiables.

4.4.3.11. Inspección y mantenimiento de puentes y viaductos

En el Plan de mantenimiento del administrador de la infraestructura se incluirá:

- a) Inspección de la situación de los puentes y viaductos, que deberá incluir los capítulos mínimos necesarios previos a la entrada en servicio, marcados por la normativa de inspección técnica de puentes de ferrocarril (Orden FOM/1951/2005, de 10 de junio, ITPF-05), que contempla tanto inspecciones, como pruebas de carga, para puentes en servicio o de nueva construcción.
- b) Previsión de trabajos de mantenimiento ordinario que hay que realizar con carácter periódico. Sin carácter exclusivo, estas operaciones consistirán en:
 - Limpieza de sistemas de drenaje.
 - Limpieza de juntas de dilatación y apoyos.
 - Pintura de elementos metálicos.
 - Sustitución de apoyos al final de su vida útil.
 - Mantenimiento de la instrumentación de la estructura que esté operativa durante la explotación de la línea.
- c) Seguimiento de la auscultación.

4.4.3.12. Inspección y mantenimiento de explanaciones ferroviarias

En el Plan de mantenimiento del administrador de la infraestructura se incluirá:

- a) Inspección de la situación de las explanaciones en taludes de desmorte o de terraplén, muros y obras de drenaje. Se harán los siguientes tipos de inspección:
 - Inspecciones básicas, cuyo objeto es vigilar de forma casi permanente el estado general de la explanación, permitiendo detectar lo antes posible, y sin esperar a la siguiente inspección principal programada, la aparición de cualquier daño real o aparente, susceptible de seguimiento o reparación.

Las inspecciones básicas se harán con carácter anual. Podrán ser realizadas por el personal de vigilancia e inspección general de la línea ferroviaria, con buen conocimiento práctico de las obras y una formación básica en técnicas de inspección de explanaciones.

Del resultado de la inspección básica podrá deducirse la necesidad de realizar una inspección principal.

- Inspecciones principales, cuyo objeto es obtener información detallada sobre el comportamiento de la explanación, con el fin de verificar que es capaz de cumplir la función para la que ha sido construida, con un nivel de seguridad aceptable, y determinar las actuaciones de mantenimiento necesarias.

Estas inspecciones se realizarán al menos en los siguientes casos:

- Terraplenes o desmontes con altura superior a 10 m.
- Taludes con medidas especiales de sostenimiento.
- Taludes con inestabilidades, o que las hayan tenido en el pasado.
- Muros de altura superior a 5 m.

En líneas ferroviarias de nueva construcción, la primera inspección principal se realizará previamente a su puesta en servicio. Posteriormente se efectuarán inspecciones principales con la periodicidad que establezca el administrador de infraestructuras en el Plan de mantenimiento, en función de las características de la línea.

Se valorará la necesidad de hacer una inspección principal tras la realización de trabajos que hayan afectado a la explanación.

Serán realizadas por personal técnico titulado, con competencia legal para ello y con experiencia probada en mantenimiento de explanaciones.

Se elaborará un informe con los resultados de la inspección, en el que se recogerá una descripción y valoración de la importancia de los daños observados, así como una estimación del plazo máximo aconsejable para su reparación.

- Inspecciones especiales, después de incidentes o acontecimientos que hayan podido afectar a la explanación.

- b) Previsión de trabajos de mantenimiento ordinario que hay que realizar con carácter periódico. Sin carácter exclusivo, estas operaciones consistirán en:

- Limpieza de cunetas y obras de drenaje.
- Limpieza de bermas de taludes.
- Mantenimiento de vegetación en taludes.
- Mantenimiento de medidas especiales de sostenimiento de taludes.

- Mantenimiento de la instrumentación instalada en explanaciones (en su caso).

c) Seguimiento de la auscultación.

4.4.3.13. Inspección y mantenimiento de los túneles ferroviarios

Este apartado es de aplicación a todos los túneles, independientemente de su longitud.

En el Plan de mantenimiento del administrador de la infraestructura se contemplarán inspecciones periódicas de la situación del túnel y sus instalaciones interiores, así como las operaciones de mantenimiento ordinario que hay que realizar con carácter periódico.

a) Inspección de la situación del túnel.

Se realizarán inspecciones periódicas de los siguientes elementos del túnel:

- Inspección de todos los espacios subterráneos, con el fin de detectar la aparición de fisuras, humedades, corrosiones, deformaciones, roturas, cambios en el comportamiento del terreno, etc. En particular:
 - Revisión de las bocas, especialmente si están sometidas a riesgos naturales o antrópicos.
 - Revisión de hastiales, bóveda y boquillas.
 - Revisión de zonas del túnel especialmente sensibles: afectadas por problemas de estabilidad durante la construcción, situadas en terrenos degradables o expansivos, con fuerte presencia de agua, etc.
 - Seguimiento de la auscultación (si existe en la explotación) del túnel: plan de lecturas de los sensores, análisis de los datos obtenidos y actuaciones previstas tras superarse los umbrales de alarma.
- Verificación del estado de:
 - Canalizaciones del cableado.
 - Sistemas de drenaje del túnel.
 - Instalaciones del túnel.
 - La vía y sus inmediaciones: objetos caídos, obstáculos, defectos, etc.
- Verificación de las características de resistencia al fuego de todo material que se incorpore a la infraestructura, superestructura o instalaciones, durante la explotación.

Las inspecciones serán de diferentes tipos, según sea el grado de detalle con el que se realizan:

- Inspecciones básicas, cuyo objeto es vigilar de forma casi permanente el estado general del túnel, permitiendo detectar lo antes posible, y sin esperar a la siguiente inspección principal programada, la aparición de cualquier daño real o aparente, susceptible de seguimiento o reparación.

Las inspecciones básicas se harán con carácter anual. Podrán ser realizadas por el personal de vigilancia e inspección general de la línea, con buen conocimiento práctico de las obras y una formación básica en técnicas de inspección de túneles.

Del resultado de la inspección básica podrá deducirse la necesidad de realizar una inspección principal.

- Inspecciones principales, cuyo objeto es obtener información detallada sobre el estado funcional y resistente del túnel, con el fin de verificar que es capaz de cumplir la función para la que ha sido construido, con un nivel de seguridad aceptable, y determinar las actuaciones de mantenimiento necesarias.

En líneas ferroviarias de nueva construcción, la primera inspección principal se realizará previamente a su puesta en servicio. Posteriormente se efectuarán inspecciones principales con la periodicidad que establezca el administrador de infraestructuras en el Plan de mantenimiento, en función de las características de la línea.

Serán realizadas por personal técnico titulado, con competencia legal para ello y con experiencia probada en mantenimiento de túneles.

Se elaborará un informe con los resultados de la inspección, en el que se recogerá una descripción y valoración de la importancia de los daños observados, así como una estimación del plazo máximo aconsejable para su reparación.

Se hará una inspección principal tras la ejecución de trabajos (tanto de vía, como estructurales) que hayan modificado el gálibo o que hayan alterado el comportamiento resistente del túnel, previo al restablecimiento de la circulación.

- Inspecciones especiales, después de accidentes o acontecimientos naturales que puedan haber afectado al túnel así como consecuencia de las obras de mantenimiento, de reposición o de mejora realizadas en los túneles.

- b) Previsión de trabajos de mantenimiento ordinario que hay que realizar con carácter periódico. Sin carácter exclusivo, estas operaciones consistirán en:
- Limpieza de sistemas de drenaje del túnel y de recogida de vertidos líquidos: conducciones, arquetas, depósitos, pozos de bombeo, areneros, etc. Se prestará atención a la presencia de filtraciones, humedades e indicios de mal funcionamiento (charcos, etc).
 - Limpieza de la vía y sus inmediaciones: Objetos caídos, obstáculos, defectos, etc.
 - Limpieza de rutas de evacuación, zonas seguras y salas técnicas. Deberá eliminarse cualquier obstáculo situado a lo largo de las rutas de evacuación y mantener las características antideslizantes de los pavimentos.
 - Mantenimiento de instalaciones del túnel asociadas al subsistema de infraestructura (ventilación, iluminación, instalaciones de comunicación, equipos de bombeo, grupos electrógenos, equipos de primeros auxilios, extintores, ascensores, pasamanos, puertas, señalización de evacuación, etc.)
 - Mantenimiento de la instrumentación del túnel que esté operativa durante la explotación de la línea.
- c) Seguimiento de la auscultación.

4.4.4. Requisitos del mantenimiento

Los procesos, intervenciones técnicas, maquinaria, materiales fungibles y componentes utilizados en la ejecución de los trabajos de mantenimiento no deben constituir un riesgo para la salud, ni rebasar los límites de nocividad admisibles para el medio ambiente.

Puede considerarse que se cumplen estos requisitos cuando se acredite su conformidad con la normativa nacional.

4.5. COMPETENCIAS PROFESIONALES

4.5.1. General

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.6 de la ETI de infraestructura:

Los sistemas de gestión de la seguridad tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- El administrador de infraestructuras será responsable de las competencias profesionales y la cualificación del personal que explota y controla el subsistema de infraestructura, debiendo asimismo asegurar que los procesos de evaluación de la competencia de dicho personal están claramente documentados.
- El personal (inclusive los contratistas) de las empresas ferroviarias y administradores de infraestructuras deben haber adquirido una competencia profesional adecuada para desempeñar todas las funciones necesarias relacionadas con la seguridad, en situaciones normales, degradadas y de emergencia. Dicha competencia comprende un determinado nivel de conocimientos profesionales y la capacidad de poner tales conocimientos en práctica.
- En el plan de mantenimiento se detallarán las competencias profesionales requeridas por el personal que realice el mantenimiento del subsistema de infraestructura (véase el apartado 4.4.3 del presente libro).
- En la definición de las competencias profesionales necesarias para las personas que intervengan en la explotación del subsistema de infraestructura se tendrá en cuenta lo establecido en la ETI de explotación y gestión del tráfico y en la normativa nacional en materia de personal ferroviario.

4.5.2. Túneles

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.6 de la ETI de seguridad en túneles:

En el presente apartado se indican las cualificaciones profesionales del personal requeridas para las operaciones específicas de seguridad en los túneles, teniendo en cuenta las normas de explotación indicadas en el apartado 4.3.2 del presente libro.

El personal auxiliar del tren (por ejemplo, el de limpieza o restauración), que no forma parte de la tripulación del tren, tal como se define en el anexo A del presente libro, además de su instrucción básica, recibirá formación para que pueda prestar ayuda a la tripulación del tren en sus actuaciones.

La formación profesional de los mecánicos y de los responsables del mantenimiento y la explotación incluirá la seguridad en los túneles ferroviarios, en un proceso periódico, continuo, sucesivo e iterativo.

4.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.7 de la ETI de infraestructura:

Además de los requisitos especificados en los planes de mantenimiento, deberán tomarse precauciones para garantizar la salud y un alto nivel de seguridad del personal de operación y mantenimiento, especialmente en la zona de la vía, de conformidad con la normativa europea y nacional.

Para tal fin, los administradores de infraestructuras dispondrán de los procedimientos adecuados en su sistema de gestión de la seguridad, conforme a los siguientes criterios:

- Cuando trabaje en la vía o en sus inmediaciones, el personal dedicado al mantenimiento llevará ropa reflectante con la marca CE.
- El personal especificado en la ETI de explotación y gestión del tráfico y en la normativa nacional en materia de personal ferroviario, que realice tareas críticas para la seguridad, debe estar en condiciones físicas adecuadas para garantizar el cumplimiento de las normas generales de explotación y seguridad, para lo cual se realizarán los reconocimientos psicofísicos pertinentes, en centros homologados, establecidos en la normativa aplicable.
- Se aplicarán los procedimientos operativos de prevención de riesgos laborales del administrador de infraestructuras, de conformidad con la reglamentación nacional en vigor.

4.7. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

De acuerdo con el artículo 119 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, el registro de infraestructura contendrá los valores de los parámetros de red para el subsistema de infraestructura.

En el Reglamento de Ejecución 2019/777/UE de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre las especificaciones comunes del registro de la infraestructura ferroviaria, se indica la información relativa al subsistema de infraestructura que se incluirá en el mencionado registro de infraestructura.

BORRADOR

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

Para los apartados del presente capítulo:

- Siempre que se establezcan prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establezcan prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes indicando solamente que no se incluyen prescripciones adicionales a dichos apartados.

5.1. PRINCIPIOS EN LOS QUE SE HA BASADO LA SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.1 de la ETI de infraestructura:

Los requisitos definidos en el apartado 5.3 del presente libro son aplicables también a las vías multicarril.

5.2. LISTA DE COMPONENTES

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.2 de la ETI de infraestructura:

Los componentes y los subconjuntos empleados para la construcción de vía sin balasto no se consideran componentes de interoperabilidad.

Los carriles, las sujeciones y las traviesas empleadas en los cambiadores de hilo no se consideran componentes de interoperabilidad.

5.3. PRESTACIONES Y ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.3 de la ETI de infraestructura.

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

Para los apartados del presente capítulo:

- Siempre que se establezcan prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establezcan prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes indicando solamente que no se incluyen prescripciones adicionales a dichos apartados.
- Los apartados no contemplados en las ETI se identificarán añadiendo a continuación del título en letra cursiva la advertencia "apartado no incluido en las ETI".

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6 de la ETI de infraestructura.

6.1. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.1 de la ETI de infraestructura.

6.1.2. Aplicación de los módulos

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.2 de la ETI de infraestructura.

6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.3 de la ETI de infraestructura.

6.1.4. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad

6.1.4.1. Componentes de interoperabilidad sujetos a otras directivas de la Unión Europea

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.4.1 de la ETI de infraestructura.

6.1.4.2. Declaración CE de conformidad para los carriles

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.4.2 de la ETI de infraestructura.

6.1.4.3. Declaración CE de conformidad para los sistemas de sujeción del carril

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.4.3 de la ETI de infraestructura.

6.1.4.4. Declaración CE de conformidad para las traviesas

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.4.4 de la ETI de infraestructura:

No se necesitan declaraciones CE de conformidad separadas, para aquellas traviesas que puedan utilizarse en más de una combinación de carril, inclinación del carril y tipo de sistema de sujeción del carril con la que se puede utilizar la traviesa.

6.1.5. Procedimientos de evaluación particulares para los componentes de interoperabilidad

6.1.5.1. Evaluación de carriles

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.5.1 de la ETI de infraestructura.

6.1.5.2. Evaluación de traviesas

Se incluyen las prescripciones instrucciones adicionales en relación con el apartado 6.1.5.2 de la ETI de infraestructura:

La evaluación de la conformidad en relación con el requisito del apartado 5.3.3 del presente libro para la resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas, (apartado 4.1.4.4 del presente libro), abarcará también el ámbito de aplicación declarado por el fabricante. Los fabricantes declararán la carga por eje máxima que puede aplicarse a la traviesa, o los momentos flectores de diseño adoptados para la misma, como resultado de la carga por eje vertical máxima permitida. La resistencia a las fuerzas longitudinales y transversales se relaciona con los tipos de sistemas de sujeción que se supone se instalarán en las traviesas; los fabricantes han de garantizar la resistencia frente a las acciones ejercidas por estos sistemas.

6.2. SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

6.2.1. Disposiciones generales

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.1 de la ETI de infraestructura:

6.2.1.1. Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI):

A petición del promotor, el organismo notificado, para los requisitos establecidos en las ETI, o el organismo designado, para las normas nacionales descritas en el libro segundo de la presente Instrucción, llevarán a cabo la verificación del subsistema de infraestructura de acuerdo con el artículo 87 y anexo XII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y con las disposiciones de los módulos aplicables, teniendo en cuenta además lo siguiente:

- El organismo notificado podrá emitir un certificado CE de declaración de verificación intermedia (DVI) para la etapa de diseño y otro para la etapa de producción, junto con los expedientes técnicos correspondientes.

- El organismo designado podrá emitir un certificado de declaración de verificación intermedia (DVI) para la etapa de diseño y otro para la etapa de producción, junto con los expedientes técnicos correspondientes.
- El promotor emitirá la correspondiente declaración de verificación intermedia, en su caso.

Para las instrucciones adicionales definidas en el capítulo 4 del presente libro, el promotor verificará su cumplimiento en las etapas de diseño y producción de acuerdo a lo establecido en el anexo C, y con ayuda de los expedientes técnicos correspondientes, en su caso. El promotor emitirá un informe sobre dicha verificación. Dicho informe se incluirá en aquel al que se refiere el apartado 2,a) del artículo 117 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. La verificación del cumplimiento de estas instrucciones adicionales las realizará el promotor por medio de, o bien un organismo de certificación (según se define en el anexo A del presente libro), o bien un organismo de evaluación interno del propio promotor, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Estará identificado dentro de la organización, existiendo procedimientos de comunicación de la información de modo que se garantice su imparcialidad.
- No podrán ser responsables de la utilización ni del mantenimiento de los productos que evalúen ni podrán ejercer ninguna actividad que pueda ser incompatible con su necesaria independencia e integridad en relación con las actividades de evaluación.
- Tendrá una formación técnica adecuada.
- Tendrá los suficientes conocimientos acerca de las instrucciones adicionales objeto de evaluación así como experiencia en la realización de los correspondientes procedimientos de evaluación.
- Tendrá capacidad para redactar el informe de verificación de las instrucciones adicionales.

Las fases de evaluación de los requisitos aplicables a las instrucciones adicionales definidas en el capítulo 4 del presente libro y a las normas nacionales definidas en el libro segundo, se recogen en los cuadros C.1 y C.2 del anexo C.

Los parámetros característicos que figuran en el apartado 4.1.2 del presente libro no están sujetos a la verificación del subsistema de infraestructura.

En el apartado 6.2.4 del presente libro se incluyen procedimientos particulares de evaluación no incluidos en las ETI correspondientes.

El promotor redactará la declaración de verificación del subsistema de infraestructura de acuerdo con el artículo 87 y el anexo XII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. El organismo notificado deberá expedir un certificado de la verificación "CE" realizada para los requisitos correspondientes de la ETI de infraestructura. El organismo designado deberá expedir un certificado de la verificación realizada para las normas nacionales de esta Instrucción, conforme al libro segundo de la presente Instrucción. El certificado del organismo designado se incorporará al Expediente Técnico del organismo notificado.

Los requisitos de los parámetros establecidos en el capítulo 4 del presente libro podrán no cumplirse en casos excepcionales debidamente justificados, que deberán ser autorizados por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria en el plazo de cuatro meses; transcurrido dicho plazo sin que hubiera recaído resolución expresa, deberá entenderse concedida la autorización.

En aquellos casos en que, a juicio del promotor, puedan existir disconformidades en relación con las normas nacionales definidas en el libro segundo, se seguirá el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

En el caso de vía multicarril, se podrá emitir una declaración de verificación independiente para cada par de carriles (de ancho 1435 mm o de ancho 1668 mm).

6.2.1.2. Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio *(apartado no incluido en las ETI)*:

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá los requisitos del capítulo 4 del presente libro así como las normas nacionales definidas en el libro segundo que deberán ser verificados.

El promotor decidirá los procedimientos para la evaluación, la documentación que se deberá aportar así como los certificados que se deberán emitir.

Las fases de evaluación de dichos requisitos se recogen en los cuadros C.1 y C.2 del anexo C.

Los parámetros característicos que figuran en el apartado 4.1.2 del presente libro no están sujetos a la verificación del subsistema de infraestructura.

En el apartado 6.2.4 del presente libro se incluyen procedimientos particulares de evaluación no incluidos en las ETI correspondientes.

Asimismo, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá los requisitos ETI que deberán verificarse, siguiendo las fases de evaluación y procedimientos particulares de evaluación definidos en las mismas ETI. Para ello podrá seguirse el procedimiento establecido en el apartado 6.2.1.1 del presente libro o bien el procedimiento de verificación IE definido en la Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativa al procedimiento para la demostración del nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes.

6.2.2. Aplicación de los módulos

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.2 de la ETI de infraestructura.

6.2.3. Soluciones innovadoras

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.3 de la ETI de infraestructura:

En el caso de soluciones innovadoras para los requisitos no definidos en las ETI se aplicará el siguiente procedimiento:

- Se permitirán soluciones técnicas alternativas que proporcionen un nivel de seguridad, como mínimo, equivalente al definido en la presente Instrucción. Para demostrar dicho nivel de seguridad equivalente el fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Unión Europea efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n° 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015). Como resultado de dicho estudio se definirá una metodología de evaluación que defina las pruebas, ensayos o controles a llevar a cabo.
- El fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Unión Europea indicará en qué se diferencia la solución innovadora de las disposiciones pertinentes de la presente Instrucción o cómo las complementa, y someterá tales diferencias al análisis de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria previo informe favorable del administrador de la infraestructura donde se vaya a implementar dicha solución innovadora.

- La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria emitirá un informe acerca de la solución innovadora propuesta. Si dicho informe resulta favorable, se elaborarán las especificaciones funcionales y de interfaz adecuadas así como la metodología de evaluación que sea necesario incluir en futuras revisiones de la Instrucción. Si el informe resulta desfavorable, la solución innovadora propuesta no podrá emplearse.
- En espera de la revisión de la Instrucción, el informe favorable emitido por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria será admisible a efectos de evaluación del subsistema de infraestructura.

6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema

Los procedimientos de evaluación de los requisitos de los parámetros funcionales y técnicos que no aparecen en este apartado están implícitos en los apartados correspondientes a dichos parámetros funcionales y técnicos, en el capítulo 4 del presente libro para las instrucciones adicionales y en el libro segundo para las normas nacionales.

En el caso de las líneas de ancho métrico, únicamente serán de aplicación los procedimientos de evaluación de aquellos requisitos para los que no se haya considerado “no procede” en el anexo O del presente libro.

6.2.4.1. Trazado de las líneas ferroviarias

6.2.4.1.1. Gálibo de implantación de obstáculos, (4.1.4.1.1)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con los apartados 6.2.4.1 y 7.7.15.8 de la ETI de infraestructura:

a) Diseño.

La evaluación del gálibo de implantación de obstáculos deberá realizarse comparando las secciones transversales características con los resultados de los cálculos efectuados por el promotor de acuerdo a la Instrucción Ferroviaria de Gálidos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

b) Montaje antes de la puesta en servicio.

El procedimiento de evaluación será definido por el promotor.

6.2.4.1.2. Distancia entre ejes de vía, (4.1.4.1.2)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.2 de la ETI de infraestructura:

a) Diseño

La evaluación de la distancia entre ejes de vía se debe hacer considerando los resultados de los cálculos efectuados por el promotor, de acuerdo con la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

b) Montaje antes de la puesta en servicio

Se comprobará la distancia entre los ejes de vía en las secciones críticas, siendo estas aquéllas en que el entreeje no exceda en 50 mm al entreeje límite, calculado de acuerdo a lo definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

El procedimiento de evaluación será definido por el promotor.

6.2.4.2. Parámetros de vía

6.2.4.2.1. Ancho de vía, (4.1.4.2.1)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.3 de la ETI de infraestructura.

6.2.4.2.2. Trazado de la vía

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.4 de la ETI de infraestructura:

a) Diseño

La evaluación en fase de diseño se realizará con respecto a la velocidad máxima de trayecto.

b) Montaje antes de la puesta en servicio

La evaluación del peralte en fase de montaje antes de la puesta en servicio se llevará a cabo de acuerdo a las tolerancias y procedimientos específicos de evaluación definidos por el administrador de infraestructuras.

6.2.4.2.3. Insuficiencia de peralte, (4.1.4.2.5)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.5 de la ETI de infraestructura:

Este apartado es de aplicación únicamente a las líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo.

Puede ser admisible la circulación de vehículos con insuficiencias de peralte superiores a las indicadas en el apartado 4.1.4.2.5 del presente libro y, por tanto, a velocidades superiores a la velocidad máxima para la que se ha diseñado la línea, si está de acuerdo con las condiciones expuestas en el apartado 4.1.2.1 b) del presente libro, singularmente en lo que al parámetro expresado se refiere.

La demostración será realizada por la empresa ferroviaria, y en cooperación con el administrador de infraestructuras si fuera necesario. Esta verificación no se llevará a cabo por un organismo notificado.

6.2.4.2.4. Conicidad equivalente, (4.1.4.2.8)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.6 de la ETI de infraestructura:

En el cuadro 6.2.4.2.4 se indican para las líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo, las combinaciones de ancho de vía de diseño, perfil del carril e inclinación del carril, que cumplen con los valores límite de conicidad equivalente en diseño del apartado 4.1.4.2.8 a) del presente libro.

Cuadro 6.2.4.2.4: Combinaciones de ancho de vía de diseño, perfil del carril e inclinación del carril, que cumplen los valores límites de conicidad equivalente en diseño para la vía. Líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo.

Perfil de la cabeza del carril	Inclinación del carril	Ancho de vía de diseño (mm)
Sección de carril 60 E 1 definida en la UNE-EN 13674-1	1 en 20	1435
		1436
		1437
		1668
		1669
		1670

Sección de carril 54 E 1 definida en la UNE-EN 13674-1	1 en 20	1435
		1436
		1437
		1668
		1669
		1670

No se requiere una evaluación de la conicidad equivalente en diseño para los aparatos de vía.

En aquellos proyectos en que se consideren carriles de segundo uso, la evaluación del valor de diseño de la conicidad equivalente podrá llevarse a cabo teniendo en cuenta el perfil teórico de la cabeza del carril.

6.2.4.2.5. Perfil de la cabeza de carril, (4.1.4.2.9)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.7 de la ETI de infraestructura.

6.2.4.3. Aparatos de vía, (4.1.4.3.2, 4.1.4.3.3 y 4.1.4.3.4)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.8 de la ETI de infraestructura.

6.2.4.4. Evaluación de la compatibilidad con los sistemas de frenado, (4.1.4.4.2 b)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.15 de la ETI de infraestructura.

6.2.4.5. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico

6.2.4.5.1. Evaluación de las estructuras nuevas, obras de tierra nuevas y efectos del empuje del terreno, (4.1.4.5.1 a 4.1.4.5.8)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.9 de la ETI de infraestructura:

Cuando se revise el valor del factor alfa (α) empleado en el diseño, solamente se precisa comprobar que ese valor cumple con lo indicado en el apartado 4.1.4.5.1 del presente libro.

La evaluación de las obras de tierra nuevas y de los efectos del empuje del terreno se realizará comprobando las cargas verticales empleadas para el diseño, según los requisitos del apartado 4.1.4.5.7 del presente libro.

Cuando se revise el valor del factor alfa (α) empleado en el diseño, solamente se precisa comprobar que ese valor cumple con lo indicado en el apartado 4.1.4.5.1 del presente libro.

6.2.4.5.2. Evaluación de las estructuras existentes, (4.1.4.5.9)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.10 (1 c) de la ETI de infraestructura:

Al revisar el valor del factor alfa (α) solamente se precisa comprobar que ese valor cumple con lo indicado en el apartado 4.1.4.5.1 del presente libro.

6.2.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (*apartado no incluido en la ETI de infraestructura*)

El método de medición y las condiciones de medida para los distintos parámetros que determinan la calidad geométrica de la vía serán conformes a los apartados 4.2.1 y 5, respectivamente, de la norma UNE-EN 13848-1.

6.2.4.7. Andenes

6.2.4.7.1. Altura de andén, (4.1.4.7.5) (*apartado no incluido en la ETI de infraestructura*)

Para la evaluación de la altura del andén en la fase de montaje antes de la puesta en servicio, deberán tenerse en cuenta las tolerancias definidas en el cuadro 4.1.4.7.5 del presente libro y los procedimientos de evaluación específicos definidos por el promotor.

6.2.4.7.2. Separación de andén, (4.1.4.7.6)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.11 de la ETI de infraestructura:

a) Diseño

La evaluación de la separación de andén se llevará a cabo empleando los resultados de los cálculos efectuados por el promotor conforme a la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

b) Montaje antes de la puesta en servicio

Deberá comprobarse que se respetan las distancias indicadas en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

6.2.4.8. Salud, seguridad y medio ambiente

6.2.4.8.1. Efecto de los vientos transversales, (4.1.4.8.3)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.13 de la ETI de infraestructura.

6.2.4.8.2. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas, (4.1.4.8.4) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)

Se evaluará la existencia de un cerramiento longitudinal paralelo a los caminos laterales a ambos lados de las vías, con puertas de acceso a los puntos singulares de la misma.

6.2.4.8.3. Detectores de cajas de grasas calientes, (4.1.4.8.7) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura)

El promotor confirmará que la línea ferroviaria cuenta con detectores de cajas de grasa calientes, de conformidad con los requisitos del apartado 4.1.4.8.7 del presente libro, y que el administrador de la infraestructura ha establecido unos procedimientos de actuación tras una alarma que impiden que el material rodante sospechoso entre o se detenga en un túnel o viaducto.

6.2.4.9. Seguridad en los túneles ferroviarios

6.2.4.9.1. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión, (4.1.4.9.2)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con los apartados 6.2.4.12 y 7.7.15.9 de la ETI de infraestructura:

a) Evaluación del criterio de salud:

La evaluación de las variaciones máximas de presión en un túnel (criterio de salud) se llevará a cabo utilizando los resultados de las simulaciones numéricas, de acuerdo con los capítulos 4 y 6 de la norma UNE EN 14067-5, empleando trenes interoperables del máximo gálibo compatible con el gálibo de la línea, a la velocidad máxima de trayecto en el túnel.

Para realizar un predimensionamiento se podrán utilizar las curvas de la ficha UIC 779-11.

Los parámetros de entrada del cálculo que se utilicen en el caso de los trenes interoperables deben ser tales que se cumpla la curva envolvente de presión (definida en el apartado 4.2.6.2.3 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20)).

La verificación del criterio de salud se ha de realizar para el caso más desfavorable desde el punto de vista de la explotación y considerando nula la estanqueidad de los trenes ($t = 0$), en previsión de fallo de este sistema. Así pues, la comprobación habrá de realizarse con los trenes más desfavorables que cumplan la curva envolvente de presión definida en el apartado 4.2.6.2.3 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20), circulando a la velocidad máxima de proyecto del túnel y, en el caso de cruce, contemplando el desfase pésimo.

El criterio de salud se comprobará a partir del caso más conservador para asegurar su cumplimiento en todas las situaciones posibles, considerando la sección de túnel obtenida tras el predimensionamiento inicial. Por ello, es necesario estudiar el paso de trenes a la velocidad máxima de trayecto en el túnel (v_{trayecto}), considerando una estanqueidad nula, y verificar que en todo momento la presión en el interior del tren es inferior a 10 kPa. Esto cubre la situación más desfavorable, asimilable a la rotura de un cristal en el interior del túnel.

El caso a analizar es:

- Circulación de trenes interoperables en la fase de diseño, o en su caso, los trenes autorizados a circular por vía doble (v_{trayecto}): de 200 m y 400 m de longitud.

En el caso de vía doble el análisis de la sección aerodinámica propuesta tratará de verificar si esta sección cumple el criterio de salud para cruces de trenes de 400 m con 400 m, 200 m con 400 m y 200 m con 200 m. Para ello deben calcularse todos los desfases posibles, con incrementos de tiempo según la fórmula:

$$\Delta t = L_{\text{tu}}/5c \text{ (apartado 6.3.1 de la norma UNE-EN 14067-5)}$$

siendo L_{tu} la longitud del túnel y c la velocidad del sonido.

Se simulará el cruce de los dos trenes durante todo el tránsito de los mismos en el interior del túnel con los desfases señalados, partiendo de una entrada simultánea hasta la salida de uno de los trenes.

Para el cálculo de las secciones de túnel derivadas de la aplicación de los criterios expresados en este apartado se utilizarán herramientas de cálculo adecuadas. Los programas de simulación utilizados en el cálculo estarán validados.

La superficie de la sección transversal de referencia de los trenes interoperables (constantes a lo largo de un tren) que deben considerarse será de 11 m², para cada uno de los vehículos motores o remolcados diseñados para el gálibo cinemático GEA16.

En la fase de explotación, la demostración puede llevarla a cabo el administrador de la infraestructura, teniendo en cuenta trenes reales, con curvas envolventes de presión inferiores a las definidas en el apartado 4.2.6.2.3 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20), para permitir velocidades superiores.

La evaluación deberá tener en cuenta, en su caso, la posible existencia y las características constructivas de aquellos elementos del túnel que puedan modificar la variación de presión.

En los túneles de vía doble pueden ignorarse las variaciones de presión debidas a condiciones atmosféricas o geográficas. En los túneles de vía única será obligatorio considerar dichas variaciones de presión.

b) Evaluación del criterio de confort:

Para estas comprobaciones se deberán utilizar trenes del máximo gálibo compatible con el gálibo de la línea. Las superficies de la sección transversal de los trenes en función del gálibo se definen en el apartado relativo al criterio de salud.

La longitud de los trenes será de 200 m, salvo que las condiciones de explotación previstas aconsejen valores superiores.

En el caso de los túneles de vía única con circulación de trenes no estancos la comprobación se realizará con el tren circulando a una velocidad de 220 km/h.

En el caso de los túneles con doble vía con circulación de trenes no estancos, la comprobación de los trenes no estancos se realizará con el tren de alta velocidad circulando a la velocidad máxima de trayecto en el túnel y el tren convencional no estanco a una velocidad de 220 km/h.

Tanto en túneles de vía única como vía doble con circulación de trenes estancos la comprobación se realizará con los trenes circulando a la velocidad máxima de trayecto en el túnel.

6.2.4.9.2. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas, (4.1.4.9.4) *(apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)*

Se evaluará la conformidad con los requisitos sobre prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas, establecidos en el apartado 4.1.4.9.3 del presente libro, comprobando que:

- Las puertas de salida de emergencia a la superficie y las puertas de las salas técnicas están dotadas de cerraduras adecuadas.
- Las cerraduras se ajustan a la estrategia general de seguridad del túnel y la infraestructura adyacente.
- Las salidas de emergencia no se pueden cerrar con llave desde el interior y las personas pueden abrirlas durante la evacuación.
- Se han instalado los dispositivos de acceso de los servicios de intervención en emergencias.

6.2.4.9.3. Protección y seguridad contra incendios, (4.1.4.9.5)

- a) Resistencia al fuego para los elementos estructurales del túnel y de las dependencias anejas.

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.7.2 de la ETI de seguridad en túneles.

- b) Resistencia al fuego para los elementos no estructurales e instalaciones del túnel y dependencias anejas (*apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles*).

Se comprobará que las características de los cables protegidos y no protegidos, y las de los elementos de protección de los mismos se ajustan a los requisitos del apartado 4.1.4.9.5.b del presente libro.

- c) Reacción al fuego para los productos, materiales de construcción y las instalaciones del túnel y de sus dependencias anejas.

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.7.3 de la ETI de seguridad en túneles:

Cuando se permita la presencia y empleo limitado en el túnel de determinados productos o materiales que no cumplan los requisitos de reacción al fuego indicados en el apartado 4.1.4.9.5.c) del presente libro, debido a que su contribución a la carga de fuego del túnel no es significativa, el organismo notificado solamente comprobará que se han enumerado e identificado dichos elementos.

Se comprobará que las características de los cables protegidos y no protegidos, y las de los elementos de protección de los mismos se ajustan a los requisitos del apartado 4.1.4.9.5.c del presente libro.

6.2.4.9.4. Rutas de evacuación hacia zonas seguras, (4.1.4.9.6) *(apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)*

Los siguientes requisitos se evaluarán con la correspondiente metodología de evaluación:

- Pasillos de evacuación a lo largo del túnel, (apartado 6.2.4.8.6 del presente libro).
- Salidas de emergencia a la superficie y galerías de conexión entre túneles paralelos, (apartado 6.2.4.8.5 del presente libro).
- Alumbrado y señalización de las rutas de evacuación, (apartados 6.2.4.8.7 y 6.2.4.8.8 del presente libro).

Para la evaluación de las características del aire a lo largo de la ruta de evacuación, y a falta de datos más precisos y fundamentados, las características de los incendios a considerar, en función del tipo de tráfico, serán las indicadas en el cuadro 6.2.4.8.4.a. En ningún caso se considerarán incendios de potencia calorífica inferior a 15 MW.

Cuadro 6.2.4.8.4.a: Características del incendio.

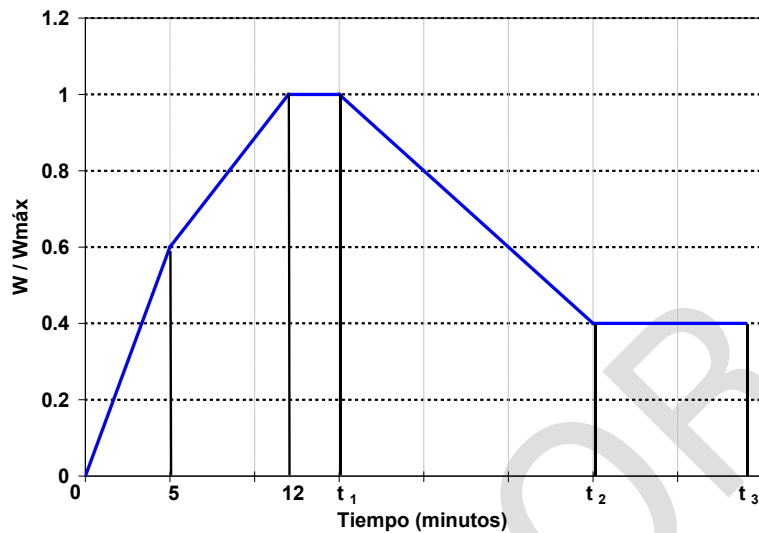
Tipo de tráfico	Potencia máxima del incendio (MW)	Duración del incendio (h)	Caudal de humos producidos (m ³ /s)
Tráfico de viajeros ⁽¹⁾	15	1	60
Tráfico mixto	30	2	80
Tráfico de mercancías peligrosas	100	2	100 ⁽²⁾

⁽¹⁾ En líneas no electrificadas o en las que sea previsible la circulación de trenes de viajeros o de mercancías con tracción diésel, se considerarán las características del incendio correspondientes a tráfico mixto.

⁽²⁾ Valor estimado. Para cada caso concreto deberá ser evaluarlo y justificado por el proyectista.

En el foco del incendio, los volúmenes de emisión de CO y de partículas negras (hollín), así como las potencias caloríficas (proporcionales a los incrementos de temperatura) transmitidas al aire y transportadas por éste, puede suponerse que siguen una curva de variación con el tiempo semejante a la de la figura 6.2.4.8.4.a, con los tiempos característicos del cuadro 6.2.4.8.4.b.

Figura 6.2.4.8.4.a: Curva paramétrica de evolución de la potencia (W) de un incendio.



Cuadro 6.2.4.8.4.b: Tiempos característicos de la curva paramétrica de evolución de un incendio.

Potencia máxima del incendio (MW)	Tiempos característicos (minutos)		
	t_1	t_2	t_3
15	18	30	60
30	30	60	120
100	240	--	--

6.2.4.9.5. Zonas seguras y acceso a las mismas, (4.1.4.9.7)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.7.4 de la ETI de seguridad en túneles:

Para evaluar la evolución de las condiciones de supervivencia en la zona segura durante un incidente, el organismo notificado verificará que las puertas y los elementos estructurales que separan la zona segura del túnel afectado pueden soportar el aumento de temperatura en este último.

6.2.4.9.6. Pasillos de evacuación en túneles, (4.1.4.9.8) (apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)

El organismo notificado comprobará que los pasillos de evacuación en túneles cumplen los requisitos del apartado 4.1.4.9.8 del presente libro y emitirá declaraciones de conformidad en el documento técnico.

6.2.4.9.7. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación, (4.1.4.9.9) *(apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)*

Del alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación del túnel, el organismo notificado evaluará la conformidad con los requisitos establecidos en el apartado 4.1.4.9.9 del presente libro, comprobando:

- Ubicación y altura de las luminarias
- Nivel de luminancia.
- Autonomía y fiabilidad.

6.2.4.9.8. Señalización de la evacuación, (4.1.4.9.10) *(apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)*

El organismo notificado evaluará que la señalización de la evacuación es conforme con los requisitos establecidos en el apartado 4.1.4.9.10 del presente libro, comprobando:

- Características de las señales.
- Ubicación de las señales.

6.2.4.9.9. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias, (4.1.4.9.16) *(apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles)*

Se comprobará que el sistema de tomas de corriente coincide con el descrito en el Plan de Autoprotección del túnel.

6.2.4.9.10. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas, (4.1.4.9.17)

Se incluye la siguiente prescripción adicional en relación con el apartado 6.2.7.6 de la ETI de seguridad en túneles:

Se confirmará que se ha efectuado una evaluación en caso de fallo y que este se ajusta a los requisitos del apartado 4.1.4.9.17 del presente libro.

6.2.4.10. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.14 de la ETI de infraestructura:

La evaluación de las instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes es responsabilidad del organismo designado.

6.2.4.10.1. Instalaciones de cambio de ancho, (4.1.4.11.1) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

La instalación de cambio de ancho, junto con la instrumentación instalada, debe ser verificada por el organismo designado mediante el procedimiento descrito a continuación.

a) Prototipo de la serie

a.1) Comprobaciones previas a las pruebas con material rodante

Una vez finalizado el proceso de diseño, cálculo y construcción de todos los conjuntos de piezas que forman el prototipo del cambiador de ancho, se deberá realizar por parte del fabricante una verificación dimensional del prototipo (en todas sus posiciones si es de tipo dual o universal) en el taller de fabricación, siguiendo las pautas internas del fabricante en el control de las dimensiones.

Si es necesario, se corregirán en el taller las cotas fuera de tolerancia, y se preparará el prototipo para su ensayo en campo. A su vez, se deberán realizar pruebas en el taller del sistema hidráulico que permite el cambio de posición del cambiador (si es de tipo dual o universal).

a.2) Pruebas con material rodante

Una vez instalado el cambiador de ancho, previamente a las pruebas con material rodante, se deberán verificar por parte del fabricante las dimensiones del prototipo con un nuevo control dimensional. En caso de encontrar alguna dimensión fuera de tolerancia, se corregirá la posición de las piezas afectadas antes de continuar las pruebas.

A lo largo de las pruebas se deberán valorar los siguientes requisitos:

1. Interferencias geométricas entre la plataforma de cambio de ancho automático y el material rodante.
2. Comprobación dimensional de la plataforma de cambio de ancho en la posición de cada tecnología.
3. Mediante la instrumentación de la plataforma de cambio de ancho se medirán los esfuerzos y deformaciones en los siguientes elementos:
 - a. Desplazamiento transversal del muelle de la guía elástica (eje Y).
 - b. Deformación vertical de la parte fija de la guía elástica (eje Z).

- c. Deformación vertical de la guía de apoyo de la caja de grasa (eje Z).
 - d. Deformación transversal de la guía de apoyo de la caja de grasa (eje Y).
4. Desplazamientos de las piezas móviles del sistema de cambio de tecnología del cambiador.
 5. Evaluación del sistema hidráulico.
 6. Evaluación del sistema de lubricación (solo en el caso de tecnologías que emplean lubricantes para realizar el cambio de ancho).

Las pruebas deberán realizarse para cada tecnología de cambio de ancho, con el material rodante correspondiente, con el fin de garantizar la integración segura del mismo con la instalación de cambio de ancho. Para cada tecnología se deberán efectuar tres tipos de maniobras de cambio de ancho, variando la velocidad en cada tipo y las tareas durante y tras el paso del tren:

- MANIOBRA TIPO I: 5 pasadas de tren, a velocidad de paso de hombre.
- MANIOBRA TIPO II: 10 pasadas de tren, a una velocidad de 5 Km/h.
- MANIOBRA TIPO III: 1600 ejes, a una velocidad de 16,5 Km/h.

MANIOBRA TIPO I:

Este tipo de prueba se deberá efectuar para verificar visualmente eje a eje la correcta ejecución del cambio de ancho, realizando los últimos ajustes en la plataforma, en caso de que sea necesario.

Se deberán realizar un total de 5 pasadas para cada tecnología, a una velocidad de paso de hombre. Si no se han producido incidencias, se continuará con la MANIOBRA TIPO II.

En cada pasada se realizan las siguientes operaciones:

1. Comprobación visual del cambio de ancho, eje a eje.
2. Comprobación visual de la plataforma de cambio de ancho.
3. Adquisición de datos del sistema de instrumentación de la plataforma y su análisis (flechas y esfuerzos).
4. Control dimensional y geométrico al finalizar las 5 pasadas de tren.

MANIOBRA TIPO II:

Este tipo de prueba se deberá efectuar para verificar el cambio de ancho a una velocidad reducida. De esta manera se verificará la ausencia de incidencias con el aumento de la velocidad y se garantizará la inexistencia de interceptaciones o incompatibilidades entre el material rodante y la plataforma.

Se deberán realizar series, efectuando 10 pasadas por cada tecnología.

Cada 5 pasadas se deberán realizar las siguientes operaciones:

1. Cambio de tecnología.
2. Retorno a la tecnología inicial (se posiciona la plataforma que está siendo verificada).
3. Comprobación visual del sistema de cambio de ancho de la plataforma.
4. Adquisición de datos del sistema de instrumentación de la plataforma y su análisis (flechas y esfuerzos).
5. Comprobación dimensional de la plataforma para verificar que el paso del material sobre el cambiador no ha producido deformaciones o cambios en las dimensiones de la plataforma.

Si la prueba es satisfactoria, se realizará la MANIOBRA TIPO III.

MANIOBRA TIPO III:

Este tipo de prueba se deberá efectuar para verificar el cambio de ancho a una velocidad comercial. La velocidad máxima de paso por un cambiador de ancho es de 15 Km/h. Para realizar esta prueba, las pasadas se deberán realizar a una velocidad un 10% superior a la máxima, por lo cual todas las pasadas se efectuarán al menos a una velocidad de 16,5 km/h, no superando los 18 km/h.

Se deberán realizar series, efectuando pasadas hasta alcanzar un total de al menos 250 ejes. Estas series se realizarán hasta alcanzar un total de al menos 1600 ejes para cada tecnología.

En cada serie de 250 ejes se realizan las siguientes operaciones:

1. Cambio de tecnología.
2. Retorno a la tecnología inicial (se posiciona la plataforma que está siendo verificada).
3. Adquisición de datos del sistema de instrumentación de la plataforma y su análisis (flechas y esfuerzos).

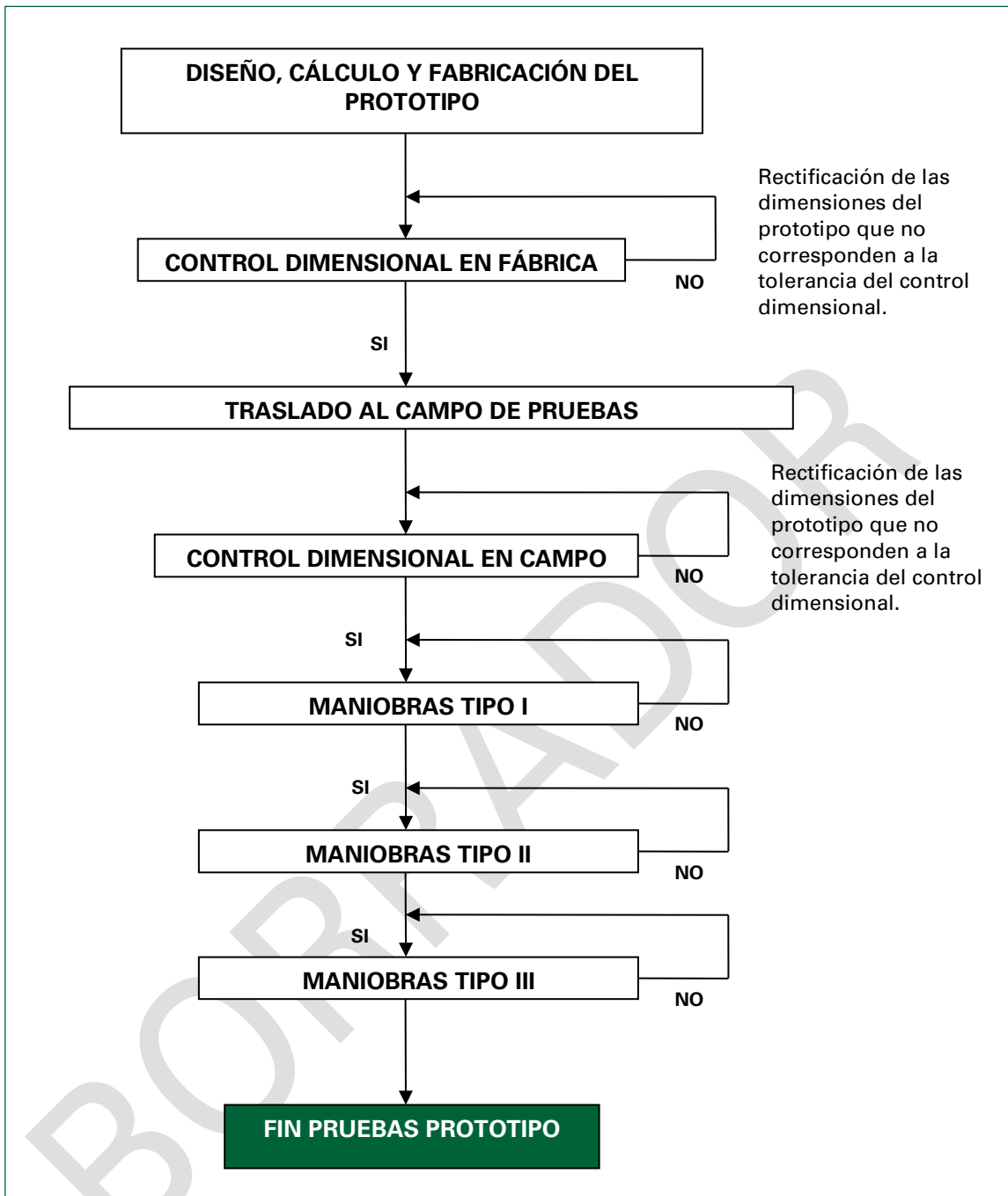
Tras la terminación de cada serie de 500 ejes se realizará un control dimensional de la plataforma.

Si la prueba es satisfactoria, se dará por concluida la fase de pruebas funcionales del cambiador de ancho automático.

BORRADOR

a.3) Resumen del método de evaluación del prototipo

Figura 6.2.4.9.1.a.3: Esquema del método de evaluación del prototipo de un cambiador de ancho.



a.4) Ensayos de laboratorio

Realizadas las pruebas del prototipo con resultado satisfactorio, se deberá proceder a evaluar el sistema de cambio de tecnología del cambiador de ancho automático y el comportamiento ante la fatiga de los conjuntos de piezas móviles que integran el cambiador.

En esta fase el administrador de la infraestructura comprobará los resultados del ensayo a fatiga y los ciclos de vida que aporten los diversos

proveedores de los componentes móviles que integran la plataforma del cambio de ancho:

- Cilindros hidráulicos y husillos eléctricos.
- Rodamientos esféricos.
- Rótulas y cojinetes.

a.5) Montaje en servicio comercial.

Finalizadas las pruebas del prototipo y de laboratorio con resultado satisfactorio, se instalará la primera unidad de serie en servicio comercial. El administrador de la infraestructura definirá un plan de seguimiento, donde se vigilarán las dimensiones geométricas del cambiador mediante controles dimensionales, comprobando los desgastes de los elementos y el ajuste.

b) Pruebas serie

b.1) Objeto

En este apartado se describe la tipología de pruebas serie a efectuar a una nueva instalación de cambio de ancho, previas a la entrada en servicio o explotación, cuando se suministre una plataforma de cambio de ancho.

b.2) Ámbito

La aplicación de este procedimiento está destinado únicamente a la plataforma o plataformas de cambio de ancho suministradas por los fabricantes e instaladas por el adjudicatario del contrato.

Otras instalaciones propias del cambiador de ancho, tales como el suministro eléctrico, suministro de agua, instalación de gestión y distribución eléctrica, instalación de control y automatización, instalación de generación de agua caliente, instalación de agua fría, instalaciones de videovigilancia, control de accesos o telecomunicaciones, instalaciones de seguridad ferroviaria, instalaciones de electrificación ferroviaria u otro tipo de instalación industrial que contenga el cambiador de ancho, dispondrán de su propio protocolo de pruebas o pruebas funcionales, no siendo de aplicación lo prescrito en este procedimiento.

Cualquier modificación de la plataforma de cambio de ancho, tanto técnicamente, como por la variación de los materiales con los cuales se fabrica, deberá ser supervisada y aprobada por el administrador de la infraestructura.

b.3) Metodología de evaluación

La metodología de evaluación se realizará mediante la comprobación dimensional de la plataforma o plataformas de cambio de ancho que el fabricante provea y mediante una prueba funcional con material rodante dotado de sistema de ancho variable.

b.3.1) Comprobación dimensional de la plataforma de cambio de ancho

Previamente a realizar la prueba con material rodante, se realizarán dos controles dimensionales por parte del fabricante, según sus especificaciones técnicas, metodología y planillas de control:

1. Control dimensional en fábrica del suministrador. Tras la finalización de la fabricación de la plataforma de cambio de ancho, el fabricante realizará un control dimensional para garantizar la geometría de los elementos de la plataforma. Los resultados de dicho control serán enviados al promotor.
2. Control dimensional en obra. Tras el montaje de la plataforma de cambio de ancho en el lugar de instalación, el fabricante realizará un control dimensional para garantizar la geometría de los elementos de la plataforma (de este modo se verifica que no ha existido cambio de cotas durante los procesos de traslado y montaje en obra). Los resultados de dicho control serán enviados al promotor.

b.3.2) Prueba con material rodante

Tras el envío de los anteriores controles dimensionales al promotor, se realizará una prueba con material rodante de cada una de las tecnologías de la plataforma de cambio de ancho que posea la instalación.

Las pruebas consisten en realizar las siguientes pasadas del tren por el cambiador de ancho:

- Dos pasadas a velocidad reducida (a paso de hombre), verificando visualmente que todos los conjuntos de rodadura realizan correctamente los procesos derivados del cambio de ancho.
- Dos pasadas a velocidad nominal o de explotación ferroviaria. Esta velocidad será establecida por el administrador de la infraestructura.

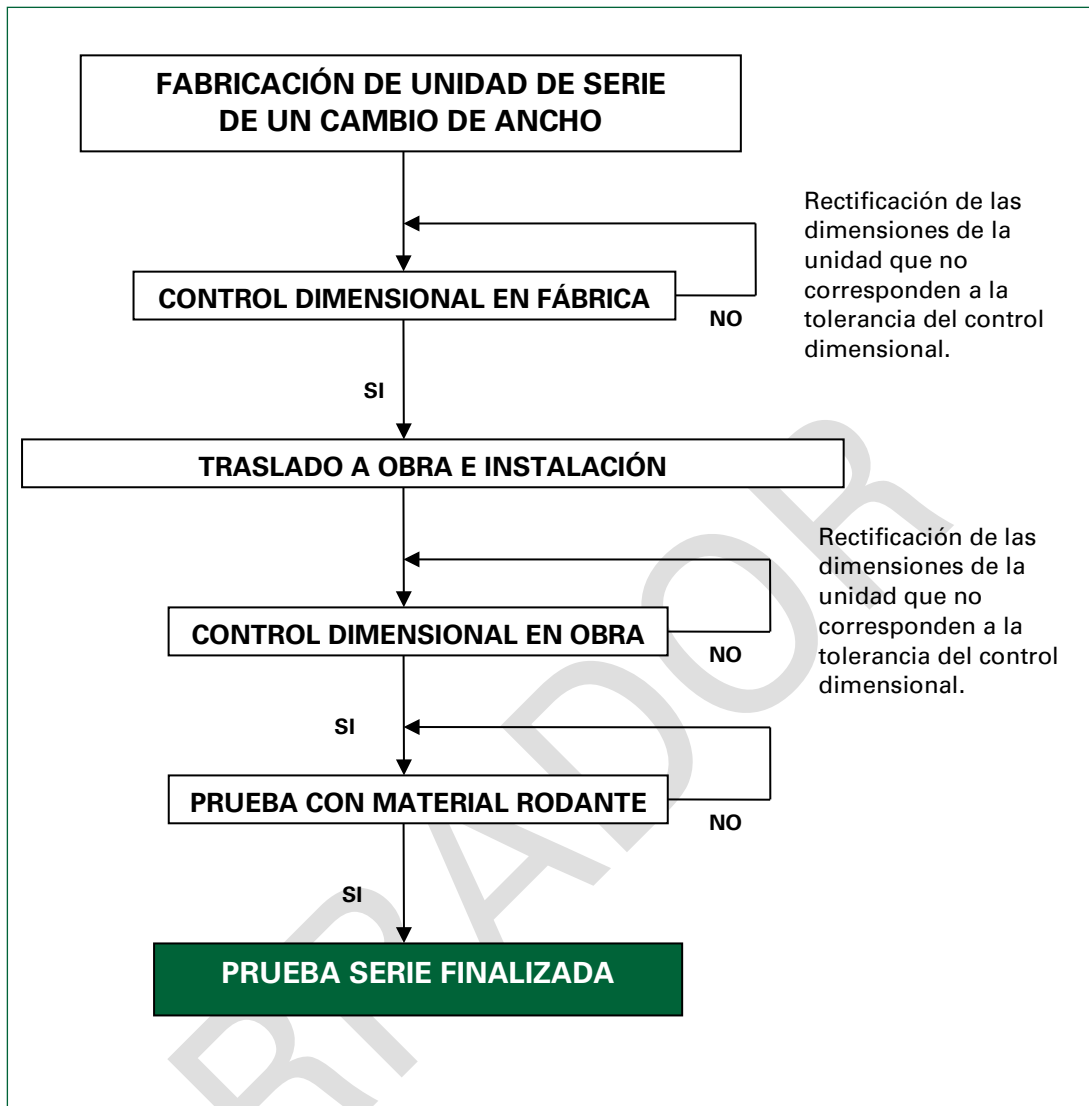
b.3.3) Documentación generada durante las pruebas serie

Como consecuencia del suministro de una nueva plataforma de cambio de ancho serie y las pruebas efectuadas que se describen en este procedimiento, se deberá generar la documentación que a continuación se enumera. Dicha documentación deberá ser entregada al promotor para la posterior entrada en servicio de la instalación:

1. En el proceso de fabricación:
 - Planos acotados de la plataforma.
 - Certificados de los materiales empleados en la fabricación, para disponer de la trazabilidad de la plataforma.
2. Controles dimensionales:
 - Control dimensional en fábrica.
 - Control dimensional en obra, tras finalizar el montaje.

b.3.4) Resumen del método de pruebas serie de una instalación de cambio de ancho.

Figura 6.2.4.9.1.b.3.4: Esquema del método de evaluación de la serie de una instalación de cambio de ancho.



6.2.4.10.2. Descarga de aseos, (4.1.4.11.2) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

En la evaluación de las instalaciones fijas de descarga de los aseos de los trenes se verificarán, en el ámbito del subsistema de mantenimiento, que las conexiones para la descarga sean compatibles con las características del sistema de descarga especificado en el apartado 4.2.11.3 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20).

6.2.4.10.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes, (4.1.4.11.3) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

En la evaluación de las instalaciones fijas para la limpieza externa de los trenes se verificarán, en el ámbito del subsistema de mantenimiento, las siguientes características:

- Revisión del diseño:
 - Altura a la que puede limpiar la máquina lavadora, y
 - Velocidad de la máquina lavadora.

6.2.4.10.4. Aprovisionamiento de agua, (4.1.4.11.4) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

En la evaluación de las instalaciones fijas para el aprovisionamiento de agua se verificará, en el ámbito del subsistema de mantenimiento, la calidad del agua, así como la compatibilidad con las características del sistema de recarga de agua especificado en el apartado 4.2.11.5 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20).

6.2.4.10.5. Repostaje de combustible, (4.1.4.11.5) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

En la evaluación de las instalaciones fijas para el repostaje de combustible se verificará, en el ámbito del subsistema de mantenimiento, la compatibilidad con las características del equipo de repostaje especificado en el apartado 4.2.11.7 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20).

6.2.4.10.6. Tomas de corriente eléctrica, (4.1.4.11.6) *(apartado no incluido en la ETI de infraestructura)*

En la evaluación de las instalaciones fijas para el suministro eléctrico en el punto de estacionamiento se verificará, en el ámbito del subsistema de mantenimiento, que dicho suministro se lleva a cabo mediante uno o varios de los sistemas de alimentación eléctrica especificados en el apartado 4.2.11.6 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20).

6.2.5. Soluciones técnicas que confieren presunción de conformidad en la fase de diseño

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.5 de la ETI de infraestructura.

6.3. VERIFICACIÓN CE CUANDO SE EMPLEE LA VELOCIDAD COMO CRITERIO DE MIGRACIÓN

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.3 de la ETI de infraestructura.

6.4. EVALUACIÓN DEL ARCHIVO DE MANTENIMIENTO

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.4 de la ETI de infraestructura:

El apartado 4.4.1.4 del presente libro exige que el administrador de infraestructuras disponga de un Archivo de mantenimiento del subsistema de infraestructura, para cada línea.

El organismo notificado deberá incluir una referencia al Archivo de mantenimiento requerido en el apartado 4.4.1.4 del presente libro en el expediente técnico indicado en el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

6.5. SUBSISTEMAS QUE INCLUYAN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.5 de la ETI de infraestructura.

6.6. SUBSISTEMAS QUE INCLUYAN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD APTOS PARA EL USO Y VÁLIDOS PARA SER REUTILIZADOS

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.6 de la ETI de infraestructura.

7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

7.1. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS

De acuerdo con el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, la conformidad con la presente Instrucción además de las ETI correspondientes será obligatoria en el caso de líneas nuevas y en el de actuaciones en líneas existentes que requieran una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura.

En las actuaciones de acondicionamiento o renovación que no requieran una autorización de entrada en servicio, la conformidad con la presente Instrucción y con las ETI correspondientes será obligatoria excepto en aquellos casos en que la resolución de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, relativa a la necesidad de autorización de entrada en servicio, mencionada en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, tras la comunicación previa establezca su exención total o parcial.

Las sustituciones en el marco del mantenimiento definidas en el apartado 7.3.3 del presente libro no serán objeto de la comunicación previa prevista en el artículo 109 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

La Autoridad Ferroviaria elaborará un plan nacional de implementación de acuerdo a lo señalado en el capítulo 7 de la ETI de infraestructura previo informe de la de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

7.2. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS NUEVAS

7.2.1. Definición

Se entiende por línea nueva aquélla que crea un itinerario donde antes no existía.

7.2.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura

En el caso de una línea ferroviaria nueva será necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura como se indica en el artículo 106 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

7.2.3. Categorías de línea

Será la Autoridad Ferroviaria quién decida la categoría de las líneas.

7.3. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LÍNEAS FERROVIARIAS EXISTENTES

En el caso de una línea ferroviaria existente, se distinguen cuatro posibles casos de aplicación de la presente Instrucción y de las ETI correspondientes:

- a) Acondicionamiento de una línea.
- b) Renovación de una línea.
- c) Sustitución en el marco del mantenimiento.
- d) Líneas existentes no sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento.

7.3.1. Acondicionamiento de una línea

7.3.1.1. Definición

Se entenderá por acondicionamiento de una línea ferroviaria la realización de alguna actuación de mejora de la misma que incremente al menos alguno de los parámetros característicos: gálibo, carga por eje, velocidad, longitud permitida del tren y longitud útil de andén; o bien la capacidad.

7.3.1.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura

Las siguientes obras de acondicionamiento requerirán una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura:

- Modificación sustancial del trazado de un trayecto o parte de éste.
- La adición de una o más vías en una línea o tramo.
- En general, modificaciones que hayan requerido de la aprobación de un estudio informativo.

Las obras de acondicionamiento consistentes en un ensanche de plataforma no requerirán una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura.

En otros casos no recogidos anteriormente y dependiendo del alcance y consistencia de las obras, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá si es necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura a partir de la comunicación realizada por el administrador de infraestructura, en los términos establecidos en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

7.3.1.3. Categorías de línea

- a) Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura:

Será la Autoridad Ferroviaria quién decida la categoría de las líneas.

En caso de que se incremente el gálibo o la carga por eje, deberán cumplirse los requisitos correspondientes a un código de tráfico superior, así como los parámetros funcionales y técnicos de esta instrucción junto con los parámetros básicos de las ETI correspondientes, relacionados con los mismos.

El ámbito del acondicionamiento del subsistema de infraestructura podrá abarcar todo el subsistema de una línea concreta o determinadas partes del subsistema. Aquellas partes que entren en el ámbito del acondicionamiento deberán cumplir la presente Instrucción y las ETI correspondientes.

Para los túneles existentes los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, se exigirán de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.4.2 del presente libro. Para los túneles nuevos se tendrá en cuenta el apartado 7.4.1 del presente libro.

- b) Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura:

Será la Autoridad Ferroviaria quién decida la categoría de las líneas.

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá si es aplicable la presente Instrucción y las ETI correspondientes al proyecto, y en qué medida, de acuerdo con el plan nacional de implementación.

Para un proyecto que incluya elementos que no estén conformes con la presente Instrucción y/o con las ETI correspondientes, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria autorizará los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que se vayan a aplicar.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles, definidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro , junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

En estos casos, el administrador de infraestructuras podrá aplicar, de manera voluntaria, el procedimiento de verificación IE que permita demostrar el nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes. Dicho procedimiento se describe en la Recomendación 2014/881/UE, de 18 de noviembre.

7.3.2. Renovación de una línea

Se entenderá por renovación de una línea ferroviaria la realización de alguna actuación de mejora que no modifica ninguno de los parámetros característicos de la línea o sección de la línea (gálibo, carga por eje, velocidad, longitud permitida del tren y longitud útil de andén), ni su capacidad.

Una línea o sección de línea ha sido renovada cuando se ha llevado a cabo un reemplazamiento sistemático de sus elementos. Una renovación se distingue de una sustitución en el marco del mantenimiento, a la que se refiere el apartado 7.3.3 del presente libro, en que permite la mejora de los parámetros a lo largo de un itinerario.

El objetivo debe ser que las actuaciones de renovación contribuyan de forma progresiva al desarrollo de una línea interoperable de acuerdo con el plan nacional de implementación.

7.3.2.1. Renovación del subsistema de infraestructura

Se entenderá por renovación del subsistema de infraestructura la realización de alguna actuación de mejora que no modifica ninguno de los parámetros característicos de la línea o sección de la línea (gálibo, carga por eje, velocidad, longitud permitida del tren y longitud útil de andén), ni su capacidad, si bien podrá mejorar el resto de parámetros funcionales y técnicos definidos en el apartado 4.1.3 del presente libro y/o los parámetros básicos de las ETI correspondientes.

Para conseguir que una parte significativa del subsistema de infraestructura vaya alcanzando progresivamente la interoperabilidad, deben adecuarse conjuntamente los siguientes grupos de parámetros funcionales y técnicos de la presente Instrucción y parámetros básicos de las ETI correspondientes:

- (a) Trazado de las líneas
- (b) Parámetros de vía
- (c) Aparatos de vía
- (d) Resistencia de la vía frente a cargas aplicadas
- (e) Resistencia de las estructuras frente a las cargas de tráfico
- (f) Andenes

En esos casos, debe tenerse en cuenta el hecho de que cada uno de esos elementos aisladamente considerados no permite por sí solo asegurar la conformidad de la totalidad. La conformidad solamente se puede asegurar globalmente, es decir, cuando se hayan puesto todos ellos en conformidad con la presente Instrucción y con las ETI correspondientes.

7.3.2.2. Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura

Dependiendo del alcance y consistencia de las obras, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá si es necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura a partir de la comunicación realizada por el administrador de infraestructura, en los términos establecidos en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

7.3.2.3. Categorías de línea

- a) Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura:

Será la Autoridad Ferroviaria quién decida la categoría de las líneas.

El ámbito de la renovación del subsistema de infraestructura podrá abarcar todo el subsistema de una línea concreta o determinadas partes del subsistema. Aquellas partes que entren en el ámbito de la renovación deberán cumplir la presente Instrucción y las ETI correspondientes.

Para los túneles existentes los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro, junto con los

requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, se exigirán de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.4.2 del presente libro. Para los túneles nuevos se tendrá en cuenta el apartado 7.4.1 del presente libro.

- b) Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura:

Será de aplicación lo indicado en el apartado 7.3.1.3 b del presente libro).

7.3.3. Sustitución en el marco del mantenimiento

Las sustituciones por mantenimiento no requerirán autorización de entrada en servicio.

Las sustituciones por mantenimiento, siempre que sea razonablemente posible desde un punto de vista técnico y económico, deben acometerse de acuerdo con los requisitos de la presente Instrucción y con las ETI correspondientes.

El objetivo debe ser que las sustituciones por mantenimiento contribuyan de forma progresiva al desarrollo de una línea interoperable.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles, definidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

7.3.4. Líneas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento

En el caso de las líneas existentes que no estén sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento el administrador de infraestructuras podrá aplicar, de manera voluntaria, el procedimiento de verificación IE que permita demostrar el nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes. Dicho procedimiento se describe en la Recomendación 2014/881/UE, de 18 de noviembre.

El administrador de infraestructuras deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles, definidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro , junto con los requisitos

incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

7.4. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES

7.4.1. Túneles nuevos

En el caso de los túneles nuevos, serán de aplicación las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.4.9 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles.

7.4.2. Túneles existentes

7.4.2.1. Acondicionamiento o renovación del túnel

Este apartado es de aplicación a todos los túneles existentes, situados en líneas sujetas a actuaciones de acondicionamiento o renovación que requieran autorización de entrada en servicio.

Se considera que un túnel ha sido acondicionado o renovado en el contexto de la presente Instrucción cuando se ha llevado a cabo cualquier modificación o sustitución importante del subsistema de infraestructura (o parte del mismo) que es parte del túnel.

Se deberán cumplir los siguientes requisitos si se encuentran en el ámbito de la actuación, siendo el responsable de su cumplimiento el promotor:

- Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas, (apartado 4.1.4.9.4 del presente libro).
- Reacción al fuego de los materiales de construcción (apartado 4.1.4.9.5.c del presente libro).
- Detección de incendios en las salas técnicas (apartado 4.1.4.9.5.d del presente libro).
- Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación (apartado 4.1.4.9.9 del presente libro). Únicamente se verificará que existe alumbrado sin que sea necesario verificar que se cumplen los requisitos definidos.
- Señalización de evacuación (apartado 4.1.4.9.10 del presente libro).

- Comunicaciones de emergencia (apartado 4.1.4.9.11 del presente libro).

El plan de emergencia del túnel deberá ser revisado.

Para el resto de los parámetros relativos a la seguridad en túneles, establecidos en el apartado 4.1.4.9 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.1 de la ETI de seguridad en túneles, el promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica.

El resultado de las actuaciones que se lleven a cabo en los túneles existentes garantizará que se mantiene o mejora la compatibilidad de las instalaciones fijas con el material rodante que cumpla la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20) y la ETH de vagones (Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias).

En aquellas actuaciones de renovación o acondicionamiento que se planteen sobre túneles existentes con condiciones geométricas muy estrictas (gálidos reducidos, radios en planta muy pequeños, peraltes máximos, entreejes reducidos, etc.) y con vía sobre balasto, se analizará la viabilidad de la sustitución de la superestructura por vía en placa. Se optará por este sistema, siempre y cuando se considere razonablemente viable desde el punto de vista constructivo, económico y geométrico.

En aquellos túneles que, con las condiciones indicadas en el párrafo anterior, mantengan vía sobre balasto, los responsables de su mantenimiento deberán intensificar su mantenimiento, estableciendo planes de comprobación y control específicos.

7.4.2.2. Ampliación de un túnel

Se considera que un túnel ha sido ampliado en el contexto de la presente Instrucción cuando su geometría se haya visto afectada (por ejemplo, aumento de su longitud, conexión con otro túnel).

En caso de que se amplíe un túnel, se deberán cumplir los siguientes requisitos en los conjuntos y componentes incluidos en la ampliación. Para su aplicación, la longitud del túnel que debe tenerse en cuenta es la longitud total del túnel después de su ampliación.

- Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas (apartado 4.1.4.9.3 del presente libro).
- Protección y seguridad contra incendios (apartado 4.1.4.9.4 del presente libro).
- Pasillos de evacuación en túneles (apartado 4.1.4.9.7 del presente libro).

- Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación (apartado 4.1.4.9.8 del presente libro).
- Señalización de evacuación (apartado 4.1.4.9.9 del presente libro).
- Comunicaciones de emergencia (apartado 4.1.4.9.10 del presente libro).
- Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias (apartado 4.1.4.9.15 del presente libro).
- Fiabilidad de los sistemas eléctricos (apartado 4.1.4.9.16 del presente libro).
- Comunicación y alumbrado en zona de seccionadores (apartado 4.1.4.9.17 del presente libro).

Se efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n° 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015), para definir para el túnel completo después de la ampliación, la conveniencia de aplicar los requisitos definidos para las zonas seguras y acceso a las mismas (apartado 4.1.4.9.7 del presente libro) así como a los puntos de evacuación y rescate (apartado 4.1.4.9.13 del presente libro).

Cuando proceda, el plan de emergencia del túnel deberá ser revisado.

7.5. LA VELOCIDAD COMO CRITERIO DE MIGRACIÓN

Es admisible que una línea ferroviaria se ponga en servicio a una velocidad inferior a la inicial prevista. Sin embargo, cuando éste sea el caso, no debe construirse la línea de manera que impida la adopción futura de la velocidad inicial prevista.

Por ejemplo, la distancia entre los ejes de vía será la adecuada para la velocidad inicial prevista, pero el peralte tendrá que ser el apropiado para la velocidad elegida en el momento en que se ponga en servicio la línea.

En el apartado 6.3 del presente libro se establecen los requisitos para la evaluación de la conformidad en estas circunstancias.

7.6. EVALUACIÓN DE COMPATIBILIDAD ENTRE INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE TRAS LA AUTORIZACIÓN DE DICHO MATERIAL

El material rodante conforme con la normativa nacional de material rodante no es automáticamente compatible con todas las líneas que cumplan la presente Instrucción y las ETI correspondientes. Por ejemplo, un vehículo con gálibo GC no es compatible con un túnel de gálibo GB. El proceso de evaluación de la compatibilidad con el itinerario será conforme a la Recomendación 2014/897/UE, de 5 de diciembre de 2014 (DV 29 bis), relativa a la autorización de puesta en servicio de los subsistemas de carácter estructural y de los vehículos contemplados en la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008.

El diseño de las categorías de línea definidas en el capítulo 4 es generalmente compatible con la operación de vehículos categorizados de acuerdo con la norma UNE-EN 15528, a velocidades de hasta el valor máximo indicado en el anexo D del presente libro. Puede haber, no obstante, un riesgo de efectos dinámicos excesivos de acuerdo al apartado 5.1.2 de la norma UNE-EN 15528, incluyendo resonancia en determinados puentes, que puede afectar en mayor medida sobre la compatibilidad entre vehículos e infraestructura.

Pueden efectuarse comprobaciones basadas en situaciones concretas de servicio, acordadas entre el administrador de la infraestructura y la empresa ferroviaria, para demostrar la compatibilidad de los vehículos que circulen por encima de la velocidad máxima indicada en el anexo D del presente libro

Según se indica en el apartado 4.1.2 del presente libro, se permite diseñar líneas nuevas y acondicionadas que admitan gálibos, cargas por eje, velocidades, longitudes útiles de andén y longitudes de tren mayores que los especificados.

ANEXOS

ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN

Acondicionamiento:

Los trabajos de modificación de gran calado en los subsistemas estructurales fijos de las líneas existentes que mejoran su rendimiento general. Los términos “rehabilitación” y “mejora” del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, se consideran equivalentes. Ver apartado 7.3.1 del presente libro.

Acuerdo vertical:

Transición entre dos alineaciones con cambio de pendiente.

Administrador de infraestructuras:

Todo organismo o empresa responsable de la explotación, mantenimiento y renovación de las infraestructuras ferroviarias en una red, e igualmente responsable de participar en su desarrollo conforme a las normas que establezca el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana dentro del marco de su política general en materia de desarrollo y financiación de infraestructuras.

AEMET:

Agencia Estatal de Meteorología.

Aguja:

En el cambio de un desvío, elemento de carril que al acoplarse a su contraaguja permite la desviación de las circulaciones.

Aislamiento térmico (I):

Capacidad del elemento constructivo de soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio, debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto. La transmisión debe limitarse de forma que no se produzca la ignición de la superficie no expuesta, ni de cualquier material situado en la inmediata proximidad a esa superficie. El elemento también debe constituir una barrera para el calor suficiente para proteger a las personas próximas a él (según la norma UNE-EN 13501-2).

Los criterios para evaluar el aislamiento térmico son:

- Que la elevación de la temperatura media en la cara no expuesta esté limitada a 140 °C por encima de la temperatura media inicial, con una elevación de la temperatura máxima en cualquier punto limitada a 180 °C por encima de la temperatura media inicial.
- En el caso de puertas y cierres de huecos, este criterio se desdobra en I1 e I2, siendo el primero más exigente que el segundo.
- El fallo de cualquier criterio portante o de integridad al fuego también significa el fallo del criterio de aislamiento.

Alabeo de vía:

Diferencia algebraica entre dos nivelaciones transversales con una separación dada, expresado generalmente como gradiente entre los dos puntos en los que se mide la nivelación transversal.

Altura del contracarril:

Altura del contracarril por encima de la superficie de rodadura del carril adyacente (véase la cota 7 de la figura A.1 del presente libro).

Alumbrado de emergencia:

En el contexto de la presente Instrucción se considera alumbrado de emergencia aquel alumbrado que sirve para iluminar una ruta de evacuación en caso de emergencia, y que se activará en el momento de la misma. Se considera este alumbrado a los efectos del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, como alumbrado normal.

Ancho de vía:

Distancia menor entre las líneas perpendiculares al plano de rodadura y que cortan a cada perfil de la cabeza de carril en un margen entre 0 y 14 mm por debajo de dicho plano.

Ancho de vía de diseño:

Valor único que se obtiene cuando todos los componentes de la vía se ajustan con precisión a sus dimensiones de diseño, o a sus dimensiones medias de diseño cuando exista un rango.

Ancho de vía nominal:

Valor único que identifica el ancho de vía pero que puede ser diferente del ancho de vía de diseño.

Anchura de la garganta de guía:

Cota entre un hilo activo y un contracarril o pata de liebre adyacentes (véase la cota 5 de la figura A.1 del presente anexo).

Anchura útil de un andén:

Junto con la longitud útil de andén, determina la superficie del andén disponible para los viajeros.

Aparato de vía:

Conjunto de elementos viarios que representa un punto singular de la vía y que está formado, en general, por cambios, cruzamientos y los carriles intermedios que los conectan.

Archivo de mantenimiento:

Parte del expediente técnico, relativa a las condiciones, límites de uso e instrucciones de mantenimiento.

Autopista Ferroviaria:

Término utilizado para el transporte combinado en el que vehículos de carretera son transportados en vagones especiales de ferrocarril.

Autoridad Ferroviaria:

Órgano del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana competente en materia de planificación de infraestructuras ferroviarias.

Borde del andén:

Zona del andén longitudinal, paralela a la vía y más próxima a ésta, que delimita el hueco entre el tren y el andén.

Cable eléctrico protegido:

Cable que no puede desprender productos de combustión al medio ambiente en caso de incendio.

Cambiador de hilo:

Aparato de vía para líneas con tres carriles (ancho mixto) que permite modificar la ubicación del tercer carril, carril interior correspondiente al ancho de vía de 1435 mm, dentro de la misma vía. El aparato consta de un cambio de agujas situado en cada extremo, de forma opuesta.

Cambio:

Unidad de vía compuesta por dos carriles fijos (contraagujas) y dos carriles móviles (agujas), empleada para dirigir los vehículos de una vía a otra.

Capacidad portante (R):

Capacidad del elemento constructivo de soportar, durante un periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural, la exposición al fuego en una o más caras, bajo acciones mecánicas definidas (según la norma UNE-EN 13501-2).

Los criterios que se utilizan en los ensayos para evaluar un colapso inminente varían en función del tipo de elemento portante:

- para elementos portantes sometidos a flexión, como por ejemplo suelos o cubiertas, la velocidad de deformación (tasa de flecha) y el estado límite de deformación real (flecha total),
- para elementos cargados axialmente, como por ejemplo pilares y muros, la velocidad de deformación (velocidad de contracción) y el estado límite de deformación real (contracción).

Los valores de carga de los elementos se definen en las normas de ensayo. Por ejemplo, el 60% de su momento resistente de diseño (en el caso de vigas cargadas) y el 60% de su resistencia a pandeo de diseño (en el caso de pilares cargados), obtenidos de acuerdo con la reglamentación específica vigente de estructuras y acciones.

Carga por eje:

Suma de las fuerzas estáticas verticales de las ruedas de un vehículo ferroviario, ejercidas sobre la vía por un eje montado o un par de ruedas independientes, dividida por la aceleración de la gravedad.

Categoría de línea EN:

Resultado del proceso de clasificación establecido en la norma UNE-EN 15528, anexo A, y denominado en dicha norma como «categoría de línea». Representa la capacidad de la infraestructura para soportar las cargas verticales ejercidas por los vehículos en la línea o sección de línea, durante el servicio normal.

Centro de Control de Tráfico:

Centro desde donde se organiza y regula el tráfico ferroviario.

Centro de Control de Protección y Seguridad:

Centro desde donde se atienden y gestionan las alertas y alarmas que afectan a la infraestructura ferroviaria.

Componentes de interoperabilidad:

Con arreglo al anexo I del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, los componentes de interoperabilidad son todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados, o destinados a ser incorporados en un subsistema, de los que dependa directa o indirectamente la interoperabilidad del sistema ferroviario, lo que incluye no solo objetos materiales, sino también inmateriales. Los componentes de interoperabilidad de cada subsistema son designados en cada Especificación Técnica de Interoperabilidad. Se consideran «críticos desde el punto de vista de la seguridad», aquellos componentes para los que un único fallo tiene un riesgo potencial verosímil de provocar directamente un accidente grave;

Comunicación de emergencia:

En esta Instrucción, este término se utiliza con dos acepciones:

1. Comunicación entre la empresa ferroviaria y el administrador de infraestructuras en caso de emergencia.
2. Sistema de comunicación ferroviaria independiente para los servicios de intervención en emergencias y las autoridades públicas.

Condiciones normales de operación:

Se entiende por condiciones normales de operación las que existen cuando los trenes circulan por la línea para sus propios fines, sin ninguna medida excepcional para mitigar su impacto en la infraestructura.

Conicidad equivalente:

La conicidad equivalente de un determinado eje es la tangente del ángulo del cono de un eje montado con ruedas troncocónicas, cuyo desplazamiento lateral tiene la misma longitud de onda cinemática en vía recta y en curvas de gran radio.

Contraaguja:

Pieza fija del cambio, a la que se acopla la aguja.

Contracarril:

Cupón de carril, o perfil especial, que sirve para guiar las ruedas de los vehículos a su paso por puntos singulares de la vía, como pasos a nivel y puentes metálicos, o frente a la laguna del corazón agudo en el cruzamiento de un desvío. En el caso de las travesías, el contracarril lo incorpora, por diseño, el propio corazón obtuso.

Contracurva:

Curva contigua a otra, de mano contraria.

Corazón de cruzamiento:

Elemento de los desvíos y de las travesías que asegura la intersección de dos bordes activos opuestos y que dispone de una uve de cruce (punta) y dos patas de liebre.

Corazón de punta móvil:

Corazón del cruzamiento de un aparato de vía cuya punta está constituida por un elemento móvil, que se desplaza para asegurar la continuidad del hilo director, tanto en la vía directa, como en la vía desviada. La utilización de estos elementos permite que no existan lagunas en el corazón (y, por tanto, contracarriles), obteniéndose mayores prestaciones al paso por vía desviada.

Cota de protección de la punta:

Distancia entre el borde activo de la punta del corazón y la cara activa del contracarril (véase la cota 2 de la figura A.1 del presente libro).

Cuestión pendiente:

Aspecto correspondiente a un parámetro básico de una ETI, para el cual no se ha establecido ningún requisito en dicha ETI en el momento en que ésta fue redactada, dejando a cada Estado Miembro la posibilidad de establecer provisionalmente dicho requisito mediante normas nacionales. El término “punto pendiente” utilizado en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y el término “cuestión pendiente” empleado en esta Instrucción se consideran equivalentes. En la presente Instrucción también se emplea “cuestión pendiente” para los requisitos del capítulo 4 del presente libro que quedan pendientes de establecer.

Curva de transición:

Curva de radio variable, que se usa para conectar, en el trazado en planta, dos alineaciones de distinta curvatura. Las curvas de transición se pueden presentar entre dos curvas circulares, de radio distinto, o entre una curva circular y un tramo recto. La clotoide (o parábola cúbica), normalmente utilizada en curvas de transición, proporciona una variación uniforme de la curvatura y del peralte. En ciertos casos, los extremos de las curvas de transición pueden suavizarse con un radio más amplio.

En estos tipos de transición generalmente hay proporcionalidad entre la curvatura y el peralte, aunque es posible utilizar otras curvas de transición que presenten una variación no uniforme de la curvatura y el peralte.

Curva temporal de temperatura:

Especificación utilizada para el diseño y evaluación de las partes estructurales. En el caso de los túneles, sería la especificación para el «incendio previsto», en la que la temperatura de actuación depende del tiempo.

CWC:

Siglas de Curva Característica del Viento (del inglés: “Characteristic Wind Curve”).

Defecto aislado:

Defecto puntual en la geometría de la vía.

Dependencias anejas:

Son recintos que tienen una relación funcional con el túnel, generalmente en lo referente a su funcionamiento y a la seguridad durante la explotación.

De entre las posibles dependencias anejas, se pueden destacar las siguientes:

- Salidas de emergencia a la superficie.
- Galerías de conexión entre túneles paralelos.
- Galerías y salas técnicas.
- Pozos de ventilación y sus galerías de conexión al túnel de línea.
- Pozos de bombeo y sus galerías de conexión al túnel de línea.
- Centro o estación de ventilación.
- Centros de control (técnico, de protección civil, de seguridad, de tráfico,...).

Diseño de vía:

Sección transversal en la que se definen las dimensiones básicas y los componentes de la vía (por ejemplo, carril, sujeciones, traviesas y balasto), usados conjuntamente dentro de unas condiciones de servicio con repercusión sobre las fuerzas referidas en el apartado 4.1.4.4 del presente libro, tales como la carga por eje, la velocidad y el radio de las alineaciones circulares.

Dispositivo de encerrojamiento:

En esta Instrucción, este término se utiliza con dos acepciones distintas:

1. En un aparato de vía, conjunto de elementos que garantizan el correcto movimiento, posicionamiento e inmovilidad de las partes móviles (agujas).
2. En cambiadores de ancho, también se entiende por encerrojamiento el 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.

Distancia entre ejes de vía (entreeje):

Separación entre los ejes de dos vías próximas. Para vías con idéntico peralte, el entreeje será la distancia ortogonal entre las normales a los planos de rodadura que pasan por los ejes de ambas. En el caso de vías con

diferente peralte, será la distancia medida paralelamente a la vía de menor peralte, entre la normal al plano de rodadura por el eje de la vía de menor peralte y la paralela que pasa por el eje de la vía de mayor peralte.

Efecto pistón (en estaciones subterráneas):

Variaciones de presión entre los volúmenes cerrados por los que circulan los trenes y los demás volúmenes de una estación, que producen corrientes de aire violentas.

Estación de clasificación:

Estación ferroviaria destinada a la organización del tráfico de mercancías, a la utilización del vagón completo, y a la formación, descomposición y clasificación de trenes de mercancías.

ERTMS:

Siglas de Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo (del inglés: "European Rail Traffic Management System").

ETI de explotación y gestión del tráfico:

Especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 16 de mayo de 2019 (Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión).

ETI de infraestructura:

Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema "infraestructura" del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1299/2014).

ETI de control-mando y señalización:

Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema "control-mando y señalización" del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 27 de mayo de 2016 (Reglamento (UE) 2016/919)

ETI PMR:

Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las

personas de movilidad reducida, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1300/2014).

ETI de seguridad en túneles:

Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1303/2014).

Exceso de peralte:

Es la diferencia entre el peralte aplicado y un peralte de equilibrio menor.

Cuando hay exceso de peralte, habrá una fuerza lateral no compensada. La fuerza resultante se desplazará hacia el carril interior de la curva.

El peralte en una vía recta da lugar a exceso de peralte, generándose una fuerza lateral hacia el hilo bajo.

Explotación tranviaria:

Conjunto de técnicas, medios y modos que garantizan la circulación de vehículos dentro de una línea o tramo tranviario dentro de un entorno urbano o suburbano con seguridad y fluidez según destino y horario establecido, permitiendo la coexistencia con tráficos rodados o peatonales.

Extremos de los andenes:

Zonas inicial y final del andén, generalmente perpendiculares a la vía.

Fuerza de guiado cuasi-estática (Y_{qst}):

Esfuerzo lateral de las ruedas sobre el carril, que aparece en curvas y aparatos de vía. Dicho esfuerzo se deberá limitar para evitar el excesivo desgaste de los carriles en las curvas.

Fuerza de lazo:

Fuerza consecuencia del movimiento transversal y alternativo del eje de un vehículo ferroviario, producido por el avance relativo de una rueda respecto a la otra al recorrer radios de giro diferentes, debido a la conicidad de las llantas.

Fuerza transversal dinámica (ΣY_{\max}):

Suma de las fuerzas dinámicas ejercidas por un eje montado, sobre la vía, en dirección transversal.

Fuerza vertical cuasi-estática (Q_{qst}):

Valor cuasiestático de la fuerza vertical en el contacto rueda-carril, medido en cada rueda (carga cuasi-estática por rueda). La palabra cuasi-estático en la definición se emplea por ser este el objetivo del tratamiento posterior de los valores de la carga por rueda, Q , según la norma UNE-EN 14363: obtener valores cuasi-estáticos (medios), descartando los valores de esfuerzo que difieren significativamente de este valor medio. Para ello, en cada sección de medida, el valor que se considera para el cálculo del valor máximo esperado (magnitud que se compara con los valores límite recogidos en la norma) es el percentil 50.

Fuerza vertical dinámica (Q_{\max}):

Valor máximo de la fuerza vertical en el contacto rueda-carril, medida en cada rueda (carga máxima por rueda). La palabra máximo en la definición se emplea por ser este el objetivo del tratamiento posterior de los valores de la carga por rueda, Q , según la norma UNE-EN 14363: obtener valores cercanos al máximo en cada sección de medida, pero descartando los valores de pico que pudieran darse (máximos absolutos). Para ello, en cada sección de medida, el valor que se considera para el cálculo del valor máximo esperado (magnitud que se compara con los valores límite recogidos en la norma) es el percentil 99,85.

Funcionamiento degradado:

Funcionamiento resultante de un acontecimiento planificado o no planificado, que impide el servicio normal de trenes.

Galería de conexión:

Túnel corto que comunica dos o más túneles paralelos, a fin de crear un enlace que pueda utilizarse para el rescate, el mantenimiento y el acceso a las instalaciones; en algunos casos, tiene también una función aerodinámica.

Gálibo:

Contorno de referencia, más unas reglas asociadas, que permiten definir el perfil constructivo máximo del material rodante, el perfil del cargamento y

el perfil fuera del cual deben instalarse las estructuras fijas o provisionales (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo de implantación de obstáculos:

Espacio en torno a la vía, que no debe ser invadido por ningún objeto u obstáculo, ni por vehículos que circulen por vías adyacentes, al objeto de preservar la seguridad en la explotación (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo eléctrico del pantógrafo:

Contorno de referencia más unas reglas asociadas, que permiten definir el espacio que debe respetarse teniendo en cuenta la distancia de aislamiento eléctrico, en relación a las partes en tensión del pantógrafo en posición de captación (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo límite de implantación de obstáculos:

Espacio que no debe invadir ningún obstáculo en circunstancia alguna, a fin de permitir la circulación normal de los vehículos, más una reserva para considerar las variaciones tolerables de la posición de la vía que se producen entre dos operaciones normales de mantenimiento. Este gálibo se utiliza, por ejemplo, para comprobar si es posible el paso de transportes excepcionales por un determinado punto. Se define para un punto o tramo de línea (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo:

Contorno de referencia más unas reglas asociadas, que permiten determinar el espacio fuera del cual deben instalarse las estructuras, a fin de garantizar el paso del pantógrafo en posición de captación, teniendo en cuenta las tolerancias de mantenimiento y los desplazamientos considerados por la infraestructura (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo nominal de implantación de obstáculos:

Espacio que no debe invadir ningún obstáculo en circunstancia alguna, a fin de permitir la circulación normal de los vehículos, más una reserva para considerar las variaciones tolerables de la posición de la vía que se producen entre dos operaciones normales de mantenimiento y unos márgenes complementarios para la circulación de transportes excepcionales, incrementos de velocidad, etc. Se define para un punto o tramo de línea (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo uniforme de implantación de obstáculos:

Es un gálibo nominal obtenido para una envolvente de parámetros (radios, peraltes, etc.) suficientemente desfavorables, que no se superan en la mayor parte de la línea. De esta forma se puede utilizar un único gálibo para toda la línea, comprobando que no se superan los parámetros de partida. Se define para una línea (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

GSM-R:

Siglas de Sistema Global para Comunicaciones Móviles Ferroviarias (del inglés: "Global System Mobile – Railway").

HBW:

Unidad de medida, no perteneciente al sistema internacional, de la dureza del acero, definida en la norma UNE-EN ISO 6506-1.

Inclinación del carril:

Ángulo que define la inclinación de la cabeza de un carril montado en la vía respecto al plano de los carriles (plano de rodadura), de valor igual al ángulo entre el eje de simetría del carril (o de un carril simétrico equivalente que tenga el mismo perfil de la cabeza) y la perpendicular al plano de la vía.

Inestabilidad de marcha:

Falta de estabilidad en el avance de un vehículo o una composición.

Instrucciones adicionales:

Véase el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

Insuficiencia de peralte:

Es la diferencia entre el peralte aplicado y un peralte de equilibrio mayor.

Cuando hay insuficiencia de peralte, habrá una fuerza lateral no compensada. La fuerza resultante se desplazará hacia el carril exterior de la curva.

Integridad al fuego (E):

Capacidad que tiene un elemento constructivo con función separadora, de soportar la exposición al fuego solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta, debido al paso de llamas o de gases calientes que puedan producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie (según la norma UNE-EN 13501-2).

Los criterios para evaluar la integridad al fuego se realizan basándose en los siguientes aspectos:

- Ignición de un disco de algodón.
- Grietas o aberturas que superen las dimensiones establecidas.
- Llama mantenida en la cara no expuesta.
- El fallo del criterio de capacidad portante también debe considerarse como fallo de la integridad al fuego.

Intercambiadores de ejes y bogies:

Instalaciones de cambio de bogies o de ejes de los vagones mediante un sistema de levantamiento y sustitución por otros del ancho correspondiente.

Levante de balasto:

El levante de balasto es un fenómeno aerodinámico consistente en que el balasto sale lanzado o proyectado, produciendo un desgaste y un deterioro tanto de la vía como del material móvil que circula por ella, al impactar el balasto en sus partes bajas.

Libro de itinerarios del maquinista:

Documento compilado por cada empresa ferroviaria con la información facilitada por el administrador o los administradores de infraestructuras de todas las líneas por las que circulen los trenes de dicha empresa. El libro de itinerarios deberá contener:

- Características generales de explotación.
- Indicación de las pendientes ascendentes y descendentes, con sus valores y ubicación.
- Diagrama detallado de la línea.
- Características de los sistemas de evacuación de los túneles de la línea: ubicación de las salidas de emergencia, existencia de pasillos de evacuación, etc.

Límite de actuación inmediata, (LAI):

Valor cuya superación requiere la adopción de medidas por parte del administrador de infraestructuras que disminuyan el riesgo de descarrilamiento hasta un valor aceptable, lo cual puede hacerse cerrando la línea, reduciendo la velocidad o corrigiendo la geometría de la vía.

Límite de alerta, (LA):

Valor que, al excederse, requiere que las condiciones de geometría de la vía sean analizadas y consideradas en las operaciones regulares de mantenimiento planificadas.

Línea tranviaria:

Infraestructura integrada en la Red Ferroviaria de Interés General, por la que pueden circular tranvías, trenes-tranvía y trenes convencionales, dentro de un entorno urbano o suburbano con intersecciones al mismo nivel y con la posibilidad de compartir tráfico rodados o peatonales.

Límite de intervención, (LI):

Valor cuya superación exige un mantenimiento correctivo, de manera que no se llegue al límite de actuación inmediata antes de la próxima inspección.

Línea con tráfico de viajeros:

A los efectos de la presente Instrucción se considera que una línea tiene tráfico de viajeros cuando circulan trenes de viajeros, es decir, aquellos constituidos por vehículos diseñados para el transporte de personas, aunque se encuentren adaptados total o parcialmente para el transporte de mercancías sin variación de sus características dinámicas.

Línea con tráfico de mercancías:

A los efectos de la presente Instrucción se considera que una línea tiene tráfico de mercancías cuando circulan trenes de mercancías, es decir, aquellos constituidos por vehículos diseñados para el transporte de mercancías.

Lomo de asno:

Es un promontorio empleado en las estaciones de clasificación al que se hace subir los vagones mediante una rampa, para allí soltarlos y dejarlos descender libremente por gravedad hacia las vías del haz, donde son agrupados convenientemente.

Longitud máxima permitida del tren:

Es la longitud máxima que puede tener un tren para circular en condiciones normales de operación, por una determinada línea. Dicha longitud deberá ser compatible con la longitud de las vías de las estaciones (longitud útil de andenes, para trenes de viajeros, y longitud útil de vías de apartado, para trenes de mercancías), así como con otros condicionantes de la explotación.

Longitud no guiada en un cruce obtuso:

Longitud de la laguna en la cual el eje de ambas ruedas está completamente suelto, sin tener guiadas ninguna de las dos; se describe como «distancia sin guiado» en la norma UNE-EN 13232-3.

Longitud útil de un andén:

Longitud continua máxima de aquella parte del andén destinada a la parada de trenes en condiciones normales de servicio, para el embarque y desembarque de viajeros, dejando el oportuno margen para tener en cuenta las tolerancias para la parada.

Las condiciones normales de servicio implican que el ferrocarril está funcionando en modo no degradado (por ejemplo, la adherencia del carril es normal, la señalización funciona y todo funciona según lo previsto).

LTV:

Limitación/es Temporal/es de Velocidad.

Nivelación longitudinal:

Diferencia en altura de la tabla de rodadura de cada carril, expresada como desviación de la posición vertical media (línea de referencia).

Nivelación transversal:

Diferencia en altura vertical de un carril con respecto al otro, cuando se mide en una sección perpendicular a la vía, entre los centros del plano de rodadura de cada carril (círculos de rodadura).

Normas nacionales:

Véase el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

Obras de tierra:

Estructuras de tierras y de contención de tierras, situadas bajo la vía y sometidas, por tanto, a la acción de las cargas del tráfico ferroviario.

Organismo de certificación:

Entidad encargada de evaluar la conformidad y certificar el cumplimiento de las instrucciones adicionales establecidas en el presente documento (en el caso establecido en el apartado 6.2.1.1 del presente documento). Tendrán la consideración de organismos de certificación, los organismos notificados, los organismos designados y las entidades de certificación cuya definición y requisitos se establecen en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

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 104 del Real Decreto, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

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.

Parámetro característico:

Parámetro que describe una categoría de línea, utilizado como base para el diseño de elementos del subsistema de infraestructura y como indicación del nivel de prestaciones de una línea.

P (Continuidad de la alimentación eléctrica):

Capacidad de los cables eléctricos o de los cables ópticos para mantener de forma fiable el suministro de energía eléctrica desde la fuente hasta la(s)

instalación(es) de seguridad, cuando están expuestos al fuego (según la norma UNE-EN 50362).

El criterio de comportamiento es la continuidad del suministro de energía eléctrica.

P.A.E.T:

Puesto de adelantamiento y estacionamiento de trenes.

Paso a nivel:

Intersección de un vial utilizado por vehículos de carretera o por personas, con una o más vías de ferrocarril, a un mismo nivel topográfico.

Paso libre de rueda a la entrada del contracarril/Pata de liebre:

Distancia entre la cara activa del contracarril o la pata de liebre, del corazón de un aparato de vía, y la cara activa del carril opuesto (en ancho de vía), medida en la entrada al contracarril o de la pata de liebre, respectivamente (véanse las cotas 4 de la figura A.1 del presente anexo). La entrada al contracarril o a la pata de liebre es el punto en el que se permite que la rueda entre en contacto con el contracarril o la pata de liebre.

Paso libre de rueda en el cambio, en un aparato de vía:

Distancia entre el borde activo de la aguja acoplada y la cara de acoplamiento (borde no activo) de la aguja no acoplada, obtenida en el sentido del ancho de vía (véase la cota 1 de la Figura A.1 del presente anexo).

Paso libre de rueda en la punta del corazón:

Distancia entre las caras activas de la pata de liebre del corazón y del contracarril opuesto, obtenida en el sentido del ancho de vía (véase la cota 3 de la Figura A.1 del presente anexo).

P.A.T:

Puesto de adelantamiento de trenes. Se trata de un P.A.E.T que no permite la bajada de personas.

Peralte:

Diferencia de altura sobre la horizontal de los dos carriles de una vía en una sección determinada, perpendicular a la vía, medida en los ejes de las cabezas de los carriles.

Personal a bordo del tren:

El formado por la tripulación del tren y según que trenes, el personal auxiliar.

Placa de asiento:

Capa resistente dispuesta entre un carril y la traviesa de apoyo o una placa de base.

Plan de Autoprotección:

Documento que establece el marco orgánico y funcional previsto para un centro, establecimiento, espacio, instalación o dependencia, con el objeto de prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes y dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia, en la zona bajo responsabilidad del titular de la actividad, garantizando la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil.

Según el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, la Norma Básica de Autoprotección establece la obligación de elaborar, implantar materialmente y mantener operativos los Planes de Autoprotección, y determina el contenido mínimo que deben incorporar estos planes en aquellas actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que, potencialmente, pueden generar o resultar afectadas por situaciones de emergencia. La Norma Básica de Autoprotección (Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo) se complementa con la normativa establecida por las Comunidades Autónomas.

En el caso de túneles ferroviarios, el Plan de Autoprotección incluye el Plan de emergencia, definido en la ETI de seguridad en túneles ferroviarios, y por tanto, debe cumplir los requisitos sobre dicho Plan del apartado 4.1.2.5 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden) y del apartado 4.1.4.9 del presente libro.

Plan de contingencias:

Documento que recoge las medidas necesarias para restablecer la situación de normalidad en caso de accidente, fallo técnico o de cualquier otra incidencia que perturbe el tráfico ferroviario.

Plan de mantenimiento:

Serie de documentos en los que se establecen los procedimientos de mantenimiento de la infraestructura adoptados por el administrador de infraestructuras.

PH (Continuidad de la transmisión de señal):

Capacidad de los cables eléctricos o de los cables ópticos para mantener de forma fiable la señal desde la fuente hasta la(s) instalación(es) de seguridad, cuando están expuestos al fuego (según UNE-EN 50200).

El criterio de comportamiento es la continuidad de la señal.

La clasificación PH se refiere a una temperatura constante de ataque nominal de 842 °C.

Plena vía (o vía corriente):

Sección de una vía sin aparatos de vía, tanto en estaciones como fuera de ellas.

Prescripciones adicionales:

Todas aquellas prescripciones que se establecen en los capítulos 5 y 6 del presente libro y que no están incluidas en los capítulos 5 y 6 de las ETI que aplican al subsistema infraestructura.

Profundidad de la garganta de guía:

Cota entre la superficie de rodadura y la parte inferior de la garganta de guía del corazón (véase la cota 6 de la Figura A.1 del presente libro).

Promotor:

Entidad contratante, según se define en el anexo I del Real Decreto, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Provisión:

Medida adoptada en previsión de la futura construcción de una ampliación física de una estructura (por ejemplo: incremento de la longitud de un andén).

Punta matemática (PM):

Punto teórico del vértice del ángulo del corazón del cruzamiento, en un desvío (véase la Figura 4.1.4.6.c.4 del presente anexo).

Punta real (PR):

Terminación física de la intersección de los bordes activos de los carriles de las vías directa y desviada, que se cortan en el corazón de un desvío. Véase la Figura 4.1.4.6.c.4 del presente anexo, que muestra la relación entre la punta real (PR) y la punta matemática (PM).

Punto de evacuación y rescate:

Lugar definido, dentro o fuera del túnel, adecuado para la parada preferente de trenes en caso de emergencia, dotado de sistemas de corte de corriente y puesta a tierra de la línea aérea de contacto, suministro de agua para incendios y accesible para los servicios de intervención en emergencias.

Red TEN:

Red ferroviaria transeuropea definida en la sección 3 y en el anexo I de la Decisión nº 1692/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de julio de 1996, sobre las orientaciones comunitarias para el desarrollo de la red transeuropea del transporte.

Renovación:

Los trabajos importantes de sustitución de un subsistema o de una parte de un subsistema, que no afecten al rendimiento global del subsistema. Ver apartado 7.3.2 del presente libro.

Renovación total:

Sustitución completa de todos los componentes de la vía (carriles, traviesas, sujeciones, aparatos de vía y el balasto).

Renovación parcial:

Sustitución de uno o más componentes de la vía (pero no todos) en un tramo de vía.

Retracción de la punta real:

Desplazamiento (según diseños) que sufre la punta real con respecto a la punta matemática, de cara a la obtención de un grosor suficiente para evitar los posibles impactos de la pestaña de la rueda. Esta situación se describe en la figura 4.1.4.6.c.4 del presente libro.

Rutas de evacuación:

Itinerarios, generalmente para uso exclusivo de personas, que se inician en un punto del túnel y finalizan en una zona segura.

Tienen como objeto facilitar, en caso de incidente grave en el túnel, la evacuación rápida y segura de las personas, especialmente en caso de incendio, que es una situación en que las condiciones ambientales del túnel empeoran rápidamente, debido a las altas temperaturas y los humos producidos. Asimismo, facilitan el acceso a los equipos de intervención.

Sala técnica:

Espacio cerrado con puertas de entrada/salida dentro o fuera del túnel y que contiene las instalaciones de seguridad necesarias para al menos una de las siguientes funciones: auto-rescate, evacuación, comunicación de emergencia, rescate y lucha contra incendios, equipos de señalización y comunicaciones ferroviarias, y alimentación eléctrica de tracción.

Servicio normal:

Explotación del ferrocarril en una situación en que el servicio se presta sin ninguna restricción o cortapisa, por el funcionamiento correcto de la infraestructura y de los vehículos ferroviarios, y donde por tanto el servicio transcurre de acuerdo con un horario planificado.

Servicios de intervención en emergencias:

Los recursos de las Administraciones Públicas con responsabilidad en Seguridad y Protección Civil (municipal, autonómica y nacional), movilizadas a petición del administrador de infraestructuras para dar respuesta a una situación de emergencia. Se incluyen en los servicios de intervención en emergencias los bomberos, las organizaciones médicas (por ejemplo, la Cruz Roja), las organizaciones técnicas y las unidades especiales del ejército o la policía.

Sistemas de frenado independientes de las condiciones de adherencia rueda-carril:

Se refiere a todos los sistemas de frenado del material rodante capaces de desarrollar una fuerza de frenado aplicada a los carriles con independencia de las condiciones de adherencia rueda-carril (por ejemplo sistemas de frenado mediante frenos magnéticos y mediante frenos de corriente de Foucault).

Sustitución en el marco de una operación de mantenimiento:

Sustitución de componentes por piezas de función y prestaciones similares, en el marco de una operación de mantenimiento preventivo o correctivo.

TKBR:

Toneladas por kilómetro brutas, remolcadas.

Traviesa de ancho polivalente:

Traviesa diseñada para ajustar el carril en más de una posición, con el fin de permitir, en cada una, un ancho de vía distinto.

Traviesa de ancho mixto:

Traviesa diseñada para incluir más de un ancho de vía entre las respectivas parejas de carril.

Tripulación del tren:

De acuerdo con la ETI de explotación y gestión del tráfico se trata de los miembros del personal en servicio a bordo del tren, que cuentan con una habilitación de seguridad de acuerdo a la Orden FOM 2872/2010 (de 5 de noviembre, por la que se determinan las condiciones para la obtención de los títulos habilitantes que permiten el ejercicio de las funciones del personal ferroviario relacionadas con la seguridad en la circulación, así como el régimen de los centros homologados de formación y de los de reconocimiento médico de dicho personal) modificada por la Orden FOM 679/2015, de 9 de abril, y son nombrados por la empresa ferroviaria para llevar a cabo tareas específicas relacionadas con la seguridad en la circulación del tren.

Túnel de línea:

Elemento subterráneo, destinado a la circulación de trenes.

Túnel ferroviario:

Un túnel ferroviario es una excavación o una construcción alrededor de las vías que permite que el ferrocarril pase, por ejemplo, debajo del terreno, edificios o agua. La longitud de un túnel viene definida por la longitud cuya sección transversal está totalmente confinada, medida al nivel del carril. Un túnel en el ámbito de la presente Instrucción es el que tiene una longitud igual o superior a 100 m.

Valor de diseño:

Valor teórico, sin tolerancias de fabricación, construcción o mantenimiento.

Valor en servicio:

Valor medido en cualquier momento posterior a la entrada en servicio del subsistema de infraestructura.

Valor límite:

Valor extremo normalizado de los valores estándar recomendables en el diseño de una línea. Este valor se podrá rebasar en determinados supuestos.

Valor límite excepcional:

Valor extremo admisible en el diseño de una línea. Por su carácter singular, sólo es aplicable bajo determinadas condiciones y no se podrá rebasar en ningún supuesto.

Variante de trazado:

Actuación de nueva plataforma entre dos puntos de un itinerario ya existente (se incluyen los ramales de enlace).

Velocidad de la línea:

Velocidad máxima para la que se ha diseñado la línea.

Velocidad máxima de trayecto:

Velocidad que el tren no debe exceder en ningún momento con independencia del tipo de tren (N, A, B, C y D de acuerdo al cuadro de velocidades máximas definido por el administrador de infraestructura).

Vía con tres carriles:

Vía con un carril añadido, y donde por tanto hay dos parejas de carriles diseñadas para ser utilizadas como vías únicas independientes, con anchos de vía diferentes.

Vía de apartado:

Vía utilizada para el estacionamiento de los trenes, maniobras, operaciones de carga y descarga de mercancías y otros servicios de la estación.

Vía de circulación:

Son las utilizadas en las estaciones para la entrada, salida o paso de los trenes.

Vía desviada:

En el contexto de los aparatos de vía, itinerario que se desvía de la vía directa.

Vía directa:

En el contexto de los aparatos de vía, itinerario que mantiene la alineación general de la vía.

Vía general:

En estaciones, la sección de vías que da continuidad a las vías fuera del dominio de las estaciones.

Vía mango:

- 1) De maniobras: Vía muerta cuya finalidad es clasificar vagones, y formar o estacionar trenes.
- 2) De seguridad: Vía muerta de corta longitud que se halla en prolongación de una vía de apartado, y cuya finalidad es evitar derivas del material rodante hacia las vías generales.

Vía sin balasto:

Vía en la cual la capa de balasto se ha sustituido por una o varias capas portantes (de hormigón o asfalto).

Viajeros:

A los efectos del apartado 4.1.4.9 del presente libro, en lo que a evacuación se refiere, se entiende por viajeros a todas las personas que viajan en el tren, incluyendo por tanto el personal a bordo del tren.

Viento transversal:

Viento fuerte que sopla transversalmente a una línea y que puede afectar de forma adversa a la seguridad de la circulación de los trenes.

Zona de rescate:

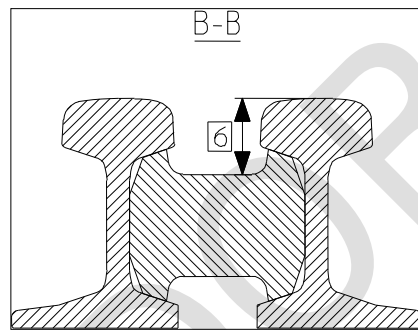
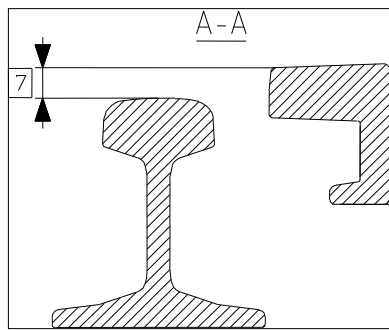
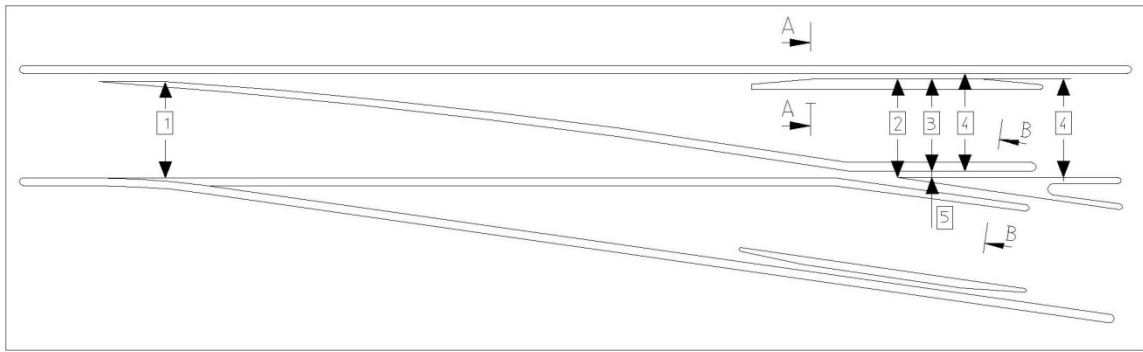
Zona para que los servicios de intervención en emergencias realicen su labor e instalen diferentes tipos de equipo (por ejemplo, clasificación de víctimas, centro de mando en la escena del accidente, estación de bombeo, etc.).

Desde esta zona se puede también evacuar a las víctimas.

Zona segura:

Espacio de supervivencia temporal, dentro o fuera del túnel, para que los viajeros y el personal a bordo del tren se refugien tras ser evacuados de un tren.

Figura A.1: Geometría de los aparatos de vía.



1. Paso libre de rueda en el cambio.
2. Protección de la punta del corazón.
3. Paso libre de rueda en la punta del corazón.
4. Paso libre de rueda en la entrada del contracarril/pata de liebre.
5. Anchura de la garganta de guía.
6. Profundidad de la garganta de guía.
7. Altura del contracarril.

BORRADOR

ANEXO B. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los reglamentos y normas que se enumeran en los apartados B.1 y B.2, respectivamente, son los referidos en los distintos requisitos de esta Instrucción.

B.1. REGLAMENTACIÓN CONTEMPLADA EN LA INSTRUCCIÓN IFI

- Directiva (UE) n° 2016/797, de 11 de mayo de 2016.
- Decisión n° 1692/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 1996.
- Decisión 2010/713/UE de la Comisión, de 9 de noviembre de 2010.
- Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.
- ETI de Control-Mando y Señalización (Reglamento (UE) 2016/919 de la Comisión, de 27 de mayo de 2016)
- ETI de Explotación y Gestión del tráfico (Reglamento (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019).
- ETI de Infraestructura (Reglamento (UE) 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).
- ETI de Seguridad en Túneles Ferroviarios (Reglamento (UE) 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre).
- ETI de Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida (Reglamento (UE) 1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).
- ETI de Material Rodante de Alta Velocidad (Decisión 2008/232/CE de la Comisión, de 21 de febrero de 2008).
- Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre.
- Orden FOM/1269/2006, de 17 de abril de 2006.
- Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias (ETH de vagones).
- Orden FOM 2872/2010, de 5 de noviembre.
- Orden FOM 679/2015, de 9 de abril.
- Orden FOM/1951/2005, de 10 de junio (ITPF-05).
- Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).
- Orden TMA/576/2020, de 22 de junio.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio (EHE-08).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo (EAE).
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo (RIPCI).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.
- Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (REBT).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (CTE).

- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo.
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo.
- Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre.
- Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre.
- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre.
- Real Decreto 664/2015, de 17 de julio.
- Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- Recomendación 2003/613/CE de la Comisión, de 6 de agosto de 2003.
- Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014.
- Recomendación 2014/897/UE, de 5 de diciembre de 2014.
- Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.
- Reglamento (UE) 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013.
- Reglamento (UE) 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015.
- Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015
- Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019

Para las referencias normativas enumeradas en el apartado B.2, en el caso de que aparezcan nuevas versiones, y hasta que éstas 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 (UE) n° 2016/797, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea, o bien en el marco de aplicación del Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, en estos casos la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia

Las referencias a normas se entenderán sin perjuicio del reconocimiento de las normas correspondientes admitidas por los Estados miembros de la Unión Europea (UE), o por los países miembros de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EEE), siempre que las mismas supongan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente equivalente, al menos, al que proporcionan aquéllas.

B.2. REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFI

- ISO 834-1:1999
- ISO 834-1:1999/Corr 1:2012
- UNE-EN 13823:2012+A1:2016
- UNE-EN ISO 11925-2:2011
- ISO 3864-1:2011
- UIC 779-11:2005 (2ª edición)
- UNE 23033-1:2019
- UNE 23034:1988
- UNE 23035-1:2003
- UNE 23035-2:2003
- UNE 23035-3:2003
- UNE 23035-4:2003
- UNE 48250:1992
- UNE-EN 54-1:2011
- UNE-EN 1125:2009
- UNE-EN 1363-1:2015
- UNE-EN 1363-2:2000
- UNE-EN 1364-1:2019
- UNE-EN 1364-2:2019
- UNE-EN 1366-1:2016
- UNE-EN 1366-3:2011
- UNE-EN 1366-4:2008/A1:2010
- UNE-EN 1366-5:2011
- UNE-EN 1366-6:2005
- UNE-EN 1366-8:2005
- UNE-EN 10217-1:2019
- UNE-EN 10255:2005/A1:2008
- UNE-EN 12101-3:2016
- UNE-EN 12101-7:2013
- UNE-EN 13231-1:2014
- UNE-EN 13232-3:2006/A1:2012
- UNE-EN 13501-1:2007/A1:2010
- UNE-EN 13501-2:2019
- UNE-EN 13501-3:2007/A1:2010
- UNE-EN 13501-4:2019
- UNE-EN 13674-1:2012/A1:2018
- UNE-EN 13674-2:2007/A1:2011
- UNE-EN 13715:2007/A1:2011
- UNE-EN 13848-1:2020
- UNE-EN 13848-2:2007
- UNE-EN 13848-3:2010
- UNE-EN 13848-4:2012
- UNE-EN 14067-5:2007/A1:2011
- UNE-EN 14067-6:2019
- UNE-EN 14363:2017/A1:2019
- UNE-EN 15273-3:2014+A1:2017

- UNE-EN 15302:2009/A1:2011
- UNE-EN 15528:2016
- UNE-EN 15663:2018/A1:2019
- UNE-EN 16507:2015
- UNE-EN 50102:1996
- UNE-EN 50102 CORR:2002
- UNE-EN 50122-1:2011
- UNE-EN 50122-1:2011/AC:2012
- UNE-EN 50122-1:2011/AC:2012 V2
- UNE-EN 50122-1:2011/A1:2011
- UNE-EN 50122-1:2011/A2:2016
- UNE-EN 50122-1:2011/A3:2017
- UNE-EN 50122-1:2011/A4:2017
- UNE-EN 50126-1:2018
- UNE-EN 50200:2016
- UNE-EN 50362:2003
- UNE-EN 60529:2018/A1:2018
- UNE-EN ISO 6506-1:2015
- EN 60268-16:2011
- DIN 4102-12:1998
- Guía de Aplicación ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.
- Documentos complementarios no contradictorios para la aplicación de los eurocódigos para el cálculo de puentes de ferrocarril. Cálculo dinámico de puentes para las acciones del tráfico ferroviario. Ministerio de Fomento (<https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/>), páginas 158-211. Año 2014.

ANEXO C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

Este anexo se refiere a la verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de infraestructura que se establecen en el capítulo 4 del presente libro y en el libro segundo, respectivamente.

Para las líneas de ancho ibérico y estándar europeo en el cuadro C.1 aparecen los parámetros del capítulo 4 que contienen instrucciones adicionales y/o normas nacionales.

Para las líneas de ancho métrico en el cuadro C.2 aparecen los parámetros del anexo P que contienen instrucciones adicionales y/o normas nacionales, si bien no se incluyen los parámetros en los que se ha considerado “no procede” por no ser de aplicación a las líneas de ancho métrico así como cuando se ha considerado una “cuestión pendiente”.

Aquellos parámetros que deberán evaluarse en las distintas fases de diseño y montaje antes de la puesta en servicio (construcción) aparecen marcados con un aspa.

Cuando no se requiere evaluación, se indica en el cuadro con la mención «n.a.».

Definición de las fases de la evaluación:

- 1) «Revisión del diseño»: incluye la comprobación de que los valores de los parámetros son correctos con respecto a los requisitos aplicables de la Instrucción relativos al diseño definitivo.
- 2) «Montaje antes de la puesta en servicio»: comprobación «in situ» de que el subsistema satisface los parámetros de diseño oportunos, inmediatamente antes del inicio del servicio.

La última columna se refiere al apartado 6.2.4 del presente libro, «Procedimientos particulares de evaluación del subsistema», y al apartado 6.2.5 del presente libro, «Soluciones técnicas que confieren presunción de conformidad en la fase de diseño».

Cuadro C.1: Verificación para las líneas de ancho ibérico y estándar europeo de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de infraestructura.

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.1.1. Gálbo de implantación de obstáculos	X	X	6.2.4.1.1
4.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía	X	X	6.2.4.1.2
4.1.4.1.3. Pendientes máximas y mínimas	X	n.a.	
4.1.4.1.4.a) Radio mínimo de las alineaciones circulares en vía general, (<i>R</i>)	X	X	6.2.4.2.2
4.1.4.1.4.b) Radio mínimo de las alineaciones circulares en andenes, (<i>R</i>)	X	n.a.	
4.1.4.1.5. Radio mínimo de los acuerdos verticales, (<i>Rv</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.1. Ancho de vía	X	X	6.2.4.2.1
4.1.4.2.2. Peralte, (<i>D</i>)	X	X	6.2.4.2.2
4.1.4.2.3. Variación del peralte en función del tiempo, (<i>dD/dt</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.4. Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (<i>dD/ds</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.5. Aceleración por insuficiencia de peralte	X	n.a.	6.2.4.2.2 6.2.4.2.3
4.1.4.2.6. Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte en función del tiempo (<i>da/dt</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.7. Aceleración por exceso de peralte (<i>a_E</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.8.a) Valores de diseño de la conicidad equivalente	X	n.a.	6.2.4.2.4
4.1.4.2.8.b) Valores en servicio de la conicidad equivalente	n.a.	n.a.	

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.2.9. Perfil de la cabeza de carril	X	n.a.	6.2.4.2.5
4.1.4.2.10. Inclinación del carril	X	n.a.	
4.1.4.2.11. Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.2.12. Longitud mínima de las alineaciones verticales, (L_v)	X	n.a.	6.2.4.2.2
4.1.4.3.1. Dispositivos de encerrojamiento	X	X	
4.1.4.3.2. Uso de corazones de punta móvil	X	n.a.	6.2.4.3
4.1.4.3.3. Geometría de diseño de los aparatos de vía	X	n.a.	6.2.4.3
4.1.4.4.1. Resistencia de la vía frente a cargas verticales	X	n.a.	6.2.5
4.1.4.4.2. Resistencia longitudinal de la vía	X	n.a.	6.2.5 6.2.4.4
4.1.4.4.3. Resistencia transversal de la vía	X	n.a.	6.2.5
4.1.4.5.1. Cargas verticales	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.2. Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.3. Fuerzas centrífugas	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.4. Fuerzas de lazo	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.5. Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	X	n.a.	6.2.4.5.1

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.5.6. Alabeo del tablero y alabeo total	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.7. Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.8. Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos	X	n.a.	6.2.4.5.1
4.1.4.5.9. Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes, frente a las cargas del tráfico	X	n.a.	6.2.4.5.2
4.1.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados	n.a.	n.a.	6.2.4.6
4.1.4.7.1. Acceso al andén	X	n.a.	
4.1.4.7.2. Longitud útil de andén	X	n.a.	
4.1.4.7.3. Anchura y borde de los andenes	X	X ⁽¹⁾	
4.1.4.7.4. Extremos de los andenes	X	X ⁽¹⁾	
4.1.4.7.5. Altura de andén	X	X	6.2.4.7.1
4.1.4.7.6. Separación de andén	X	X	6.2.4.7.2
4.1.4.7.7. Cruces de vía en andenes para viajeros	X	X ⁽¹⁾	
4.1.4.8.1. Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación	n.a.	n.a.	

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.8.2. Resistencia eléctrica de la vía	X	X	
4.1.4.8.3. Efecto de los vientos transversales	n.a.	n.a.	6.2.4.8.1
4.1.4.8.4. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas	X	n.a.	6.2.4.8.2
4.1.4.8.5. Evacuación fuera de los túneles	X	X	
4.1.4.8.6. Levante de balasto	X	X	
4.1.4.8.7. Detectores de cajas de grasa calientes	X	n.a.	6.2.4.8.3
4.1.4.9.1. Efecto pistón en las estaciones subterráneas	X	n.a.	
4.1.4.9.2. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión	X	n.a.	6.2.4.9.1
4.1.4.9.3. Sección transversal del túnel	X	n.a.	
4.1.4.9.4. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas	X	X	6.2.4.9.2
4.1.4.9.5. Protección y seguridad contra incendios	X	X (sólo sistemas de detección)	6.2.4.9.3
4.1.4.9.6. Rutas de evacuación hacia zonas seguras	X	X	6.2.4.9.4
4.1.4.9.7. Zonas seguras y acceso a las mismas	X	X	6.2.4.9.5
4.1.4.9.8. Pasillos de evacuación en túneles	X	X	6.2.4.9.6
4.1.4.9.9. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación	X	X	6.2.4.9.7
4.1.4.9.10. Señalización de la evacuación	X	X	6.2.4.9.8

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.9.11. Comunicación de emergencia	X	n.a.	
4.1.4.9.12. Acceso para los servicios de intervención en emergencias	X	n.a.	
4.1.4.9.13. Puntos de evacuación y rescate	X	X	
4.1.4.9.14. Zonas de rescate fuera del túnel	X	X	
4.1.4.9.15. Suministro de agua	X	n.a.	
4.1.4.9.16. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias	X		6.2.4.9.9
4.1.4.9.17. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	X		6.2.4.9.10
4.1.4.10.1. Marcadores de localización	n.a.	n.a.	
4.1.4.10.2. Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad	X	n.a.	
4.1.4.10.3. Toperas	X	X	
4.1.4.11.1. Instalaciones de cambio de ancho	X	X	6.2.4.10.1
4.1.4.11.2. Descarga de aseos	X	n.a.	6.2.4.10.2
4.1.4.11.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	X	n.a.	6.2.4.10.3
4.1.4.11.4. Aprovechamiento de agua	X	n.a.	6.2.4.10.4
4.1.4.11.5. Repostaje de combustible	X	n.a.	6.2.4.10.5

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
4.1.4.11.6. Tomas de corriente eléctrica	X	n.a.	6.2.4.10.6
4.3. Normas de explotación	n.a.	n.a.	n.a.
4.4. Mantenimiento del subsistema de infraestructura	n.a.	n.a.	n.a.
4.5. Competencias profesionales	n.a.	n.a.	n.a.
4.6. Condiciones de seguridad y salud	n.a.	n.a.	n.a.
4.7. Registro de infraestructura	n.a.	n.a.	n.a.

⁽¹⁾ Cuando la ejecución difiera de los planos o normas de diseño que fueron examinados, se proporcionarán los planos según construcción o se efectuará una inspección "in situ".

Cuadro C.2: Verificación para las líneas de ancho métrico de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de infraestructura.

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.1.4.1.1. Gálibo de implantación de obstáculos	X	X	6.2.4.1.1
O.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía	X	X	6.2.4.1.2
O.1.4.1.3. Pendientes máximas y mínimas	X	n.a.	
O.1.4.1.4.a) Radio mínimo de las alineaciones circulares en vía general, (<i>R</i>)	X	X	6.2.4.2.2
O.1.4.2.1. Ancho de vía	X	X	6.2.4.2.1
O.1.4.2.2.a) y c) Peralte, (<i>D</i>)	X	X	6.2.4.2.2
O.1.4.2.3. Variación del peralte en función del tiempo, (<i>dD/dt</i>)	X	n.a.	6.2.4.2.2

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.1.4.2.4. Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (dD/ds)	X	n.a.	6.2.4.2.2
O.1.4.2.5.a) Aceleración por insuficiencia de peralte	X	n.a.	6.2.4.2.2 6.2.4.2.3
O.1.4.2.7. Aceleración por exceso de peralte (a_E)	X	n.a.	6.2.4.2.2
O.1.4.2.8.a) Valores de diseño de la conicidad equivalente	X	n.a.	6.2.4.2.4
O.1.4.2.8.b) Valores en servicio de la conicidad equivalente	n.a.	n.a.	
O.1.4.2.9. Perfil de la cabeza de carril	X	n.a.	6.2.4.2.5
O.1.4.2.10. Inclinación del carril	X	n.a.	
O.1.4.2.11. Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante	X	n.a.	6.2.4.2.2
O.1.4.2.12. Longitud mínima de las alineaciones verticales, (L_v)	X	n.a.	6.2.4.2.2
O.1.4.3.1. Dispositivos de encerrojamiento	X	X	
O.1.4.3.3. Geometría de diseño de los aparatos de vía	X	n.a.	6.2.4.3
O.1.4.4.1. Resistencia de la vía frente a cargas verticales	X	n.a.	6.2.5
O.1.4.4.2. Resistencia longitudinal de la vía	X	n.a.	6.2.5 6.2.4.4
O.1.4.4.3. Resistencia transversal de la vía	X	n.a.	6.2.5
O.1.4.5.1. Cargas verticales	X	n.a.	6.2.4.5.1

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.1.4.5.2. Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.3. Fuerzas centrífugas	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.4. Fuerzas de lazo	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.5. Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales)	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.6. Alabeo del tablero y alabeo total	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.7. Carga vertical equivalente para las obras de tierra nuevas, a las que se transmiten cargas de tráfico y efectos del empuje del terreno	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.8. Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos	X	n.a.	6.2.4.5.1
O.1.4.5.9. Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes, frente a las cargas del tráfico	X	n.a.	6.2.4.5.2
O.1.4.7.3. Anchura y borde de los andenes	X	X ⁽¹⁾	
O.1.4.7.4. Extremos de los andenes	X	X ⁽¹⁾	
O.1.4.7.5. Altura de andén	X	X	6.2.4.7.1
O.1.4.7.7. Cruces de vía en andenes para viajeros	X	X ⁽¹⁾	
O.1.4.8.1. Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación	n.a.	n.a.	

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.1.4.8.2. Resistencia eléctrica de la vía	X	X	
O.1.4.8.4. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas	X	n.a.	6.2.4.8.2
O.1.4.8.5. Evacuación fuera de los túneles	X	X	
O.1.4.8.7. Detectores de cajas de grasa calientes	X	n.a.	6.2.4.8.3
O.1.4.9.3. Sección transversal del túnel	X	n.a.	
O.1.4.9.4. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas	X	X	6.2.4.9.2
O.1.4.9.5. Protección y seguridad contra incendios	X	X (sólo sistemas de detección)	6.2.4.9.3
O.1.4.9.6. Rutas de evacuación hacia zonas seguras	X	X	6.2.4.9.4
O.1.4.9.7. Zonas seguras y acceso a las mismas	X	X	6.2.4.9.5
O.1.4.9.8. Pasillos de evacuación en túneles	X	X	6.2.4.9.6
O.1.4.9.9. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación	X	X	6.2.4.9.7
O.1.4.9.10. Señalización de la evacuación	X	X	6.2.4.9.8
O.1.4.9.11. Comunicación de emergencia	X	n.a.	
O.1.4.9.12. Acceso para los servicios de intervención en emergencias	X	n.a.	
O.1.4.9.13. Puntos de evacuación y rescate	X	X	
O.1.4.9.14. Zonas de rescate fuera del túnel	X	X	

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.1.4.9.15. Suministro de agua	X	n.a.	
O.4.1.4.9.16. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias	X		6.2.4.9.9
O.4.1.4.9.17. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas	X		6.2.4.9.10
O.4.1.4.9.18. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores	X	X	
O.1.4.10.1. Marcadores de localización	n.a.	n.a.	
O.1.4.10.2. Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad	X	n.a.	
O.1.4.10.3. Toperas	X	X	
O.1.4.11.2. Descarga de aseos	X	n.a.	6.2.4.10.2
O.1.4.11.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes	X	n.a.	6.2.4.10.3
O.1.4.11.4. Aprovisionamiento de agua	X	n.a.	6.2.4.10.4
O.1.4.11.5. Repostaje de combustible	X	n.a.	6.2.4.10.5
O.1.4.11.6. Tomas de corriente eléctrica	X	n.a.	6.2.4.10.6
O.2. Normas de explotación	n.a.	n.a.	n.a.
O.3. Mantenimiento del subsistema de infraestructura	n.a.	n.a.	n.a.
O.4. Competencias profesionales	n.a.	n.a.	n.a.
O.5. Condiciones de seguridad y salud	n.a.	n.a.	n.a.

Parámetros que deben evaluarse	Fases de evaluación		Procedimientos particulares de evaluación
	Revisión del diseño	Montaje, antes de la puesta en servicio	
O.6. Registro de infraestructura	n.a.	n.a.	n.a.

- (1) Cuando la ejecución difiera de los planos o normas de diseño que fueron examinados, se proporcionarán los planos según construcción o se efectuará una inspección "in situ".

BORRADOR

ANEXO D. REQUISITOS DE CAPACIDAD PORTANTE DE LAS ESTRUCTURAS EN FUNCIÓN DEL CÓDIGO DE TRÁFICO

Se incluyen en el presente anexo normas nacionales en relación con el apéndice E de la ETI de infraestructura:

Los requisitos mínimos de capacidad portante de las estructuras se indican en los cuadros D.1 y D.2 para los códigos de tráfico P1000 y F1000. Los requisitos de capacidad portante indicados en los cuadros D.1 y D.2 se definen mediante la combinación de la categoría de línea EN y la velocidad máxima asociada. Esta combinación de la categoría de línea EN y de la velocidad máxima asociada se considerará como un único requisito.

La categoría de línea EN es función de la carga por eje y de los aspectos geométricos relativos a la separación entre los ejes. Las categorías de línea EN se definen en la norma UNE-EN 15528, anexo A.

Cuadro D.1: Categoría de línea EN – Velocidad máxima asociada [km/h] ⁽¹⁾⁽⁵⁾ – Tráfico de viajeros.

Código de tráfico	Coches de viajeros (incluidos coches, furgones y portautos), así como vagones de mercancías ligeras. ^{(2) (3)}	Locomotoras y cabezas motrices. ^{(2) (4)}	Unidades múltiples, unidades motrices y vehículos autopropulsados, eléctricos o diésel. ^{(2) (3)}
P1000	A-100		

Cuadro D.2: Categoría de línea EN – Velocidad máxima asociada [km/h] ⁽¹⁾⁽⁵⁾ – Tráfico de mercancías.

Código de tráfico	Vagones de mercancías y otros vehículos.	Locomotoras. ⁽²⁾
F1-1000	C2-100	C2-100
F2-1000	B1-100	B1-100
F3-1000	A-100	A-100

Notas:

- (1) El valor de la velocidad indicada en el cuadro representa el requisito máximo para la línea y podrá reducirse de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 4.1.2 del presente libro. Durante la comprobación de cada una de las estructuras de la línea, es admisible tener en cuenta el tipo de vehículo y la velocidad máxima de trayecto autorizada.
- (2) Los coches de viajeros (incluidos coches, furgones, portaautos); otros vehículos; locomotoras, cabezas motrices; unidades múltiples, unidades motrices y vehículos autopropulsados, diésel y eléctricos, se definen en la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20). Los vagones de mercancías ligeras se consideran furgones salvo en que se les permite circular en composiciones no destinadas al transporte de viajeros.
- (3) Los requisitos aplicables a las estructuras son compatibles con los coches de viajeros, furgones, portaautos, vagones de mercancías ligeras, vehículos que formen parte de unidades múltiples con tracción diésel y eléctrica, así como unidades motrices, con longitudes entre 18 y 27,5 m para vehículos convencionales y articulados, y longitudes entre 9 y 14 m para vehículos regulares (apoyados en ejes o rodales).
- (4) Los requisitos aplicables a las estructuras son compatibles con un máximo de dos locomotoras y/o cabezas motrices acopladas adyacentes; o con tres o más locomotoras y/o cabezas motrices acopladas adyacentes (o un tren de locomotoras y/o cabezas motrices), con una velocidad máxima de 120 km/h, siempre que estas unidades cumplan los límites correspondientes para vagones de mercancías.
- (5) Al comprobar la compatibilidad para casos concretos de trenes y estructuras, las bases para la comprobación de compatibilidad serán conformes al Apéndice K de la ETI de infraestructura.

ANEXO E. CUESTIONES PENDIENTES

E.1. CUESTIONES PENDIENTES DE LAS ETI PARA LOS QUE NO SE ESTABLECEN REQUISITOS EN ESTA INSTRUCCIÓN

Cuadro E.1. Cuestiones pendientes de la ETI de infraestructura.

Parámetro básico	Apartado ETI INF
Requisitos para el diseño de la vía, incluidos los aparatos de vía, compatible con el uso de frenos por corrientes de Foucault.	4.2.6.2.2
Categoría de línea EN – Velocidad asociada [km/h] para los códigos de tráfico P1, P2, P3a y P4a.	Apéndice E, cuadros 38 y 39

E.2. CUESTIONES PENDIENTES DE ESTA INSTRUCCIÓN

Cuadro E.2b Cuestiones pendientes de la Instrucción IFI en las líneas de ancho métrico.

Apartado IFI	Cuestión pendiente
Anexo G	Los límites de actuación inmediata (LAI), de intervención (LI) y de alerta (LA).
I.1	Valores límite del factor (q_{slim}) que determina la longitud máxima entre dos puntos de tangencia con variaciones bruscas de la curvatura (L_{slim}).
I.2	Variación brusca de la insuficiencia de peralte (ΔI) cuando existen variaciones bruscas de curvatura en las curvas combinadas.
O.1.2.3	Longitud útil de andén y longitud permitida del tren.
O.1.4.1.4 b)	Radio mínimo en las vías adyacentes a los andenes.
O.1.4.1.5	Radio mínimo de los acuerdos verticales.
O.1.4.2.2 b)	Peralte máximo en aparatos de vía.
O.1.4.2.5 b)	Discontinuidad en la aceleración por insuficiencia de peralte en plena vía y en vía desviada de los aparatos de vía.
O.1.4.2.6	Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte en función del tiempo.
O.1.4.2.8	Conicidad equivalente.

O.1.4.3.2	Uso de corazones de punta móvil.
O.1.4.3.4	Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija.
O.1.4.6	Límites de actuación inmediata.
O.1.4.7.2	Longitud útil de andén.
O.1.4.7.6	Separación de andén.
P.4.c)	Coefficiente corrector (C) para el cálculo de la ocupación en los trenes con servicio de cercanías.

BORRADOR

ANEXO F. POSIBLES SOLUCIONES DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA EN TÚNELES

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.9.15 del presente libro.

En los túneles, una solución adecuada para llevar el agua desde la fuente de suministro hasta el lugar del incidente, consiste en instalar una tubería permanentemente llena de agua, colgada del hastial del túnel, con tomas siamesas del diámetro utilizado por los servicios de extinción, y separadas un máximo de 60 metros. El caudal de 800 l/min en cualquier punto del túnel puede ser suministrado a través de dos tomas contiguas, mediante la aportación de un caudal simultáneo de 400 l/min por cada una.

Una forma económica y fiable de aportar presión a dicha red es a través de los vehículos autobomba de los servicios de lucha contra el fuego. Para ello deben colocarse hidrantes de columna seca (para evitar la congelación) en las proximidades de las bocas del túnel y de aquellas salidas de emergencia que sean precisas, a los que se conectarían las mangueras de los vehículos autobomba con el fin de aportar la presión y caudal necesarios a la red interior. En consecuencia se debe garantizar que dichos hidrantes dispongan de acceso rodado adecuado para dichos vehículos.

La tubería será de acero con soldadura (A.C.S.) y estará fabricada de acuerdo con las normas UNE-EN 10217-1 o UNE-EN 10255. Las derivaciones de flujo en tuberías se efectuarán mediante accesorios estándar, ranurados o roscados o de derivación mecánica, tipo "Mechanical-T". Todos los elementos metálicos deberán estar protegidos frente a las descargas eléctricas mediante puestas a tierra, conforme al apartado 4.1.2.4 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

La tubería deberá permanecer siempre llena de agua y lista para su uso inmediato por parte de los servicios de lucha contra el fuego, a fin de reducir, por un lado, los tiempos de respuesta derivados del llenado previo de la tubería, y por otro, las necesidades de agua para dicha operación, que en muchos casos pueden ser significativas, y que restan recursos a la lucha contra el fuego.

En los túneles bitubo la red será mallada, aprovechando las galerías de interconexión. Además, la distribución de tomas siamesas se realizará haciendo coincidir siempre una de ellas en cada extremo de las galerías de interconexión.

Las redes de suministro de agua dispondrán de válvulas de control bidireccional de membrana con doble interruptor de posición en cada bifurcación. En caso necesario, se dotarán de válvulas de membrana, reductoras de presión y estabilizadoras de caudal.

El diseño de la red de suministro de agua permitirá alcanzar una presión de salida del agua a través de las bocas siamesas, compatible con las necesidades habituales de los servicios de extinción.

Cuando la temperatura pueda bajar de 0 °C, las tuberías de agua y demás elementos expuestos estarán protegidas contra los efectos de posibles congelaciones.

Todo el sistema de suministro de agua deberá disponer de los correspondientes certificados de conformidad con los requisitos y las normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

En las Figuras F.1 y F.2 se muestra el sistema de suministro de agua para el caso de túneles monotubo y bitubo, respectivamente.

Figura F.1: Túnel monotubo.

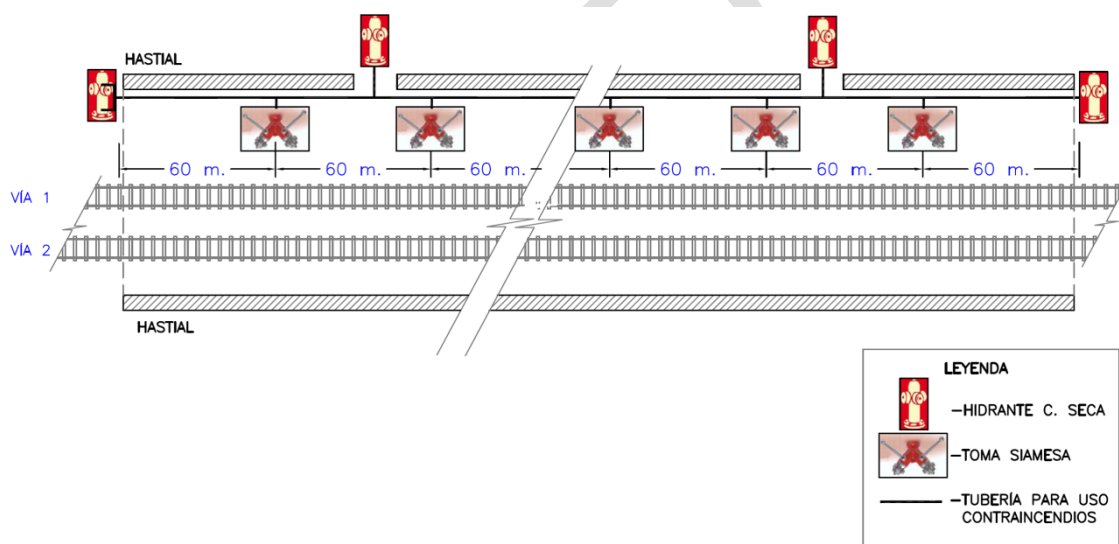
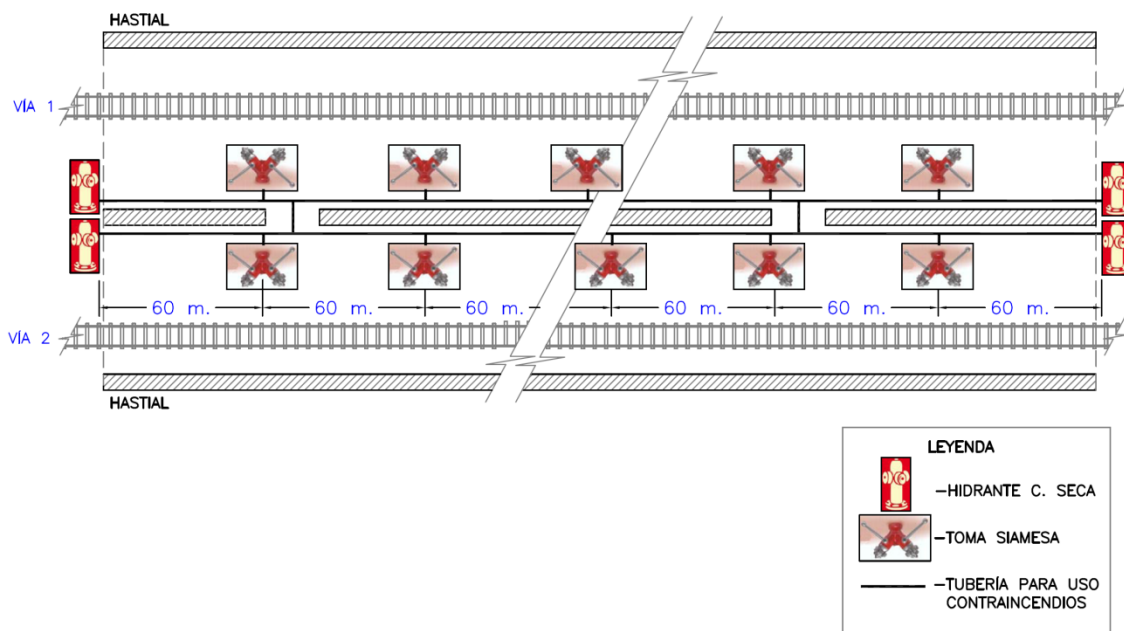


Figura F.2: Túnel bitubo.



Se admiten soluciones técnicas alternativas que permitan un suministro de agua al menos equivalente a la solución indicada anteriormente (vehículos de extinción biviales, robot a distancia, agua nebulizada, etc.).

BORRADOR

ANEXO G. LÍMITES DE ACTUACIÓN INMEDIATA, DE INTERVENCIÓN Y DE ALERTA

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.6 del presente libro.

En las siguientes tablas se indican los límites de actuación inmediata (LAI), de intervención (LI) y de alerta (LA), tanto en ancho de vía de 1435 mm como de 1668 mm, que salvo que el administrador de infraestructuras decida otros límites, deberán ser adoptados.

Los límites de actuación inmediata (LAI), de intervención (LI) y de alerta (LA), en líneas de ancho métrico son una cuestión pendiente.

Los valores propuestos como límites son aplicables a las medidas sobre los parámetros definidos, que sean realizadas con sistemas de medición geométrica montados sobre vehículos, que cumplan las condiciones de vía cargada, y con las tolerancias, precisiones y sistemas de filtrado en los dominios de longitud de onda aplicables (D1 para defectos aislados o filtrados de paso alto para valores medios), de acuerdo con las prescripciones de las normas UNE-EN 13848-1, UNE-EN 13848-2 y UNE-EN 13848-3.

G.1. ANCHO DE VÍA MEDIO SOBRE 100 m

En los cuadros G.1.1 a G.1.3 se indican los límites de actuación inmediata, de intervención y de alerta, del ancho de vía medio sobre 100 m.

Cuadro G.1.1: Límites LA para el ancho de vía medio sobre 100 m.

V (Km/h)	Vía abierta (mm)	Vía cerrada (mm)
$V \leq 80$	+ 25	-6
$80 < V \leq 120$	+16	-5
$120 < V \leq 160$	+16	-3
$160 < V \leq 200$	+16	-3
$200 < V \leq 230$	+16	-3
$230 < V \leq 300$	+16	-1
$300 < V \leq 350$	+16	N/A

Cuadro G.1.2: Límites LI para el ancho de vía medio sobre 100 m.

V (Km/h)	Vía abierta (mm)	Vía cerrada (mm)
$V \leq 80$	N/A	-7
$80 < V \leq 120$	+20	-6
$120 < V \leq 160$	+20	-4
$160 < V \leq 200$	+20	-4
$200 < V \leq 230$	+20	-4
$230 < V \leq 300$	+20	-2

V (Km/h)	Vía abierta (mm)	Vía cerrada (mm)
300 < V ≤ 350	+20	-1

Cuadro G.1.3: Límites LAI para el ancho de vía medio sobre 100 m.

V (Km/h)	Vía abierta (mm)	Vía cerrada (mm)
V ≤ 80	N/A	-8
80 < V ≤ 120	N/A	-7
120 < V ≤ 160	N/A	-5
160 < V ≤ 200	N/A	-5
200 < V ≤ 230	N/A	-5
230 < V ≤ 300	N/A	-3
300 < V ≤ 350	N/A	-2

G.2. VARIACIÓN DEL ANCHO DE VÍA

En los cuadros G.2.1 a G.2.3 se indican los límites de actuación inmediata, de intervención y de alerta, de la variación del ancho de vía, cuantificada por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico.

Cuadro G.2.1: Límites LA para la variación del ancho de vía.

Velocidad (km/h)	Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm)			
	1435 mm		1668 mm	
	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto
V ≤ 80	-7	+25	-7	+25
80 < V ≤ 120	-7	+25	-7	+25
120 < V ≤ 160	-6	+25	-6	+18
160 < V ≤ 200	-4	+20	-4	+16
200 < V ≤ 230	-4	+20	-3	+14
230 < V ≤ 300	-3	+20	-2	+10
300 < V ≤ 350	-3	+20	-1	+9

Cuadro G.2.2: Límites LI para la variación del ancho de vía.

Velocidad (km/h)	Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm)			
	1435 mm		1668 mm	
	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto
V ≤ 80	-8	+30	-8	+29
80 < V ≤ 120	-8	+30	-8	+22
120 < V ≤ 160	-7	+30	-7	+19
160 < V ≤ 200	-5	+23	-5	+17
200 < V ≤ 230	-5	+23	-4	+15

Velocidad (km/h)	Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm)			
	1435 mm		1668 mm	
	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto
230 < V ≤ 300	-4	+23	-3	+11
300 < V ≤ 350	-4	+23	-2	+10

Cuadro G.2.3: Límites LAI para la variación del ancho de vía.

Velocidad (km/h)	Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm)			
	1435 mm		1668 mm	
	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto	Ancho de vía cerrado	Ancho de vía abierto
V ≤ 80	-9	+35	-9	+30
80 < V ≤ 120	-9	+35	-9	+23
120 < V ≤ 160	-8	+35	-8	+20
160 < V ≤ 200	-7	+28	-7	+18
200 < V ≤ 230	-7	+28	-5	+16
230 < V ≤ 300	-5	+28	-4	+12
300 < V ≤ 350	-5	+28	-3	+11

G.3. NIVELACIÓN LONGITUDINAL

En el cuadro G.3.1 se indica los límites de actuación inmediata de la nivelación longitudinal para un rango de longitud de onda entre 3 y 25 m, para los valores máximos admisibles de cero a pico del rango D1.

Cuadro G.3.1: Límites LAI de la nivelación longitudinal para los valores máximos admisibles de cero a pico del rango D1.

V (Km/h)	Nivelación longitudinal 3-25 m (mm)
V ≤ 80	+ / - 28
80 < V ≤ 120	+ / - 26
120 < V ≤ 160	+ / - 23
160 < V ≤ 200	+ / - 20
200 < V ≤ 230	+ / - 20
230 < V ≤ 300	+ / - 16
300 < V ≤ 350	+ / - 14

G.4. PERALTE

En el cuadro G.4 se indican los límites de actuación inmediata del peralte de cero a pico.

Cuadro G.4: Límites LAI del peralte de cero a pico.

V (Km/h)	Peralte (mm)
$V \leq 80$	+ / - 15
$80 < V \leq 120$	+ / - 12
$120 < V \leq 160$	+ / - 10
$160 < V \leq 200$	+ / - 9
$200 < V \leq 230$	+ / - 7
$230 < V \leq 300$	+ / - 6
$300 < V \leq 350$	+ / - 5

G.5. ALINEACIÓN

En el cuadro G.5.1 se indica los límites de actuación inmediata de la alineación para un rango de longitud de onda entre 3 y 25 m, para los valores máximos admisibles de cero a pico del rango D1.

Cuadro G.5.1: Límites LAI de la alineación para los valores máximos admisibles de cero a pico del rango D1.

V (Km/h)	Alineación 3-25 m (mm)
$V \leq 80$	+ / - 22
$80 < V \leq 120$	+ / - 17
$120 < V \leq 160$	+ / - 14
$160 < V \leq 200$	+ / - 12
$200 < V \leq 230$	+ / - 12
$230 < V \leq 300$	+ / - 10
$300 < V \leq 350$	+ / - 8

ANEXO H. ANCHURA ÚTIL MÍNIMA DE ANDENES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN Y SEÑALIZACIÓN EN ANDENES

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.7.3 del presente libro.

H.1. ANCHURA ÚTIL MÍNIMA DE ANDENES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

La anchura mínima en los extremos de andén será de 90 cm.

La anchura útil de andén será la correspondiente a la suma del ancho de la zona de peligro más dos franjas contrapuestas de 0,80 m. En el caso de los andenes centrales se considerará como ancho de la zona de peligro la suma del ancho de las zonas de peligro correspondientes a cada lado del andén. En la figura H.1.a se define la anchura útil mínima de andenes.

Figura H.1.a: Anchura útil mínima de andenes de nueva construcción.

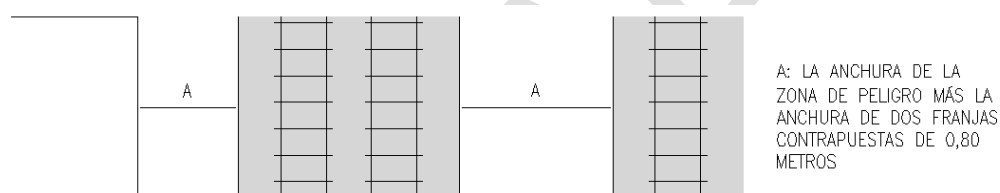
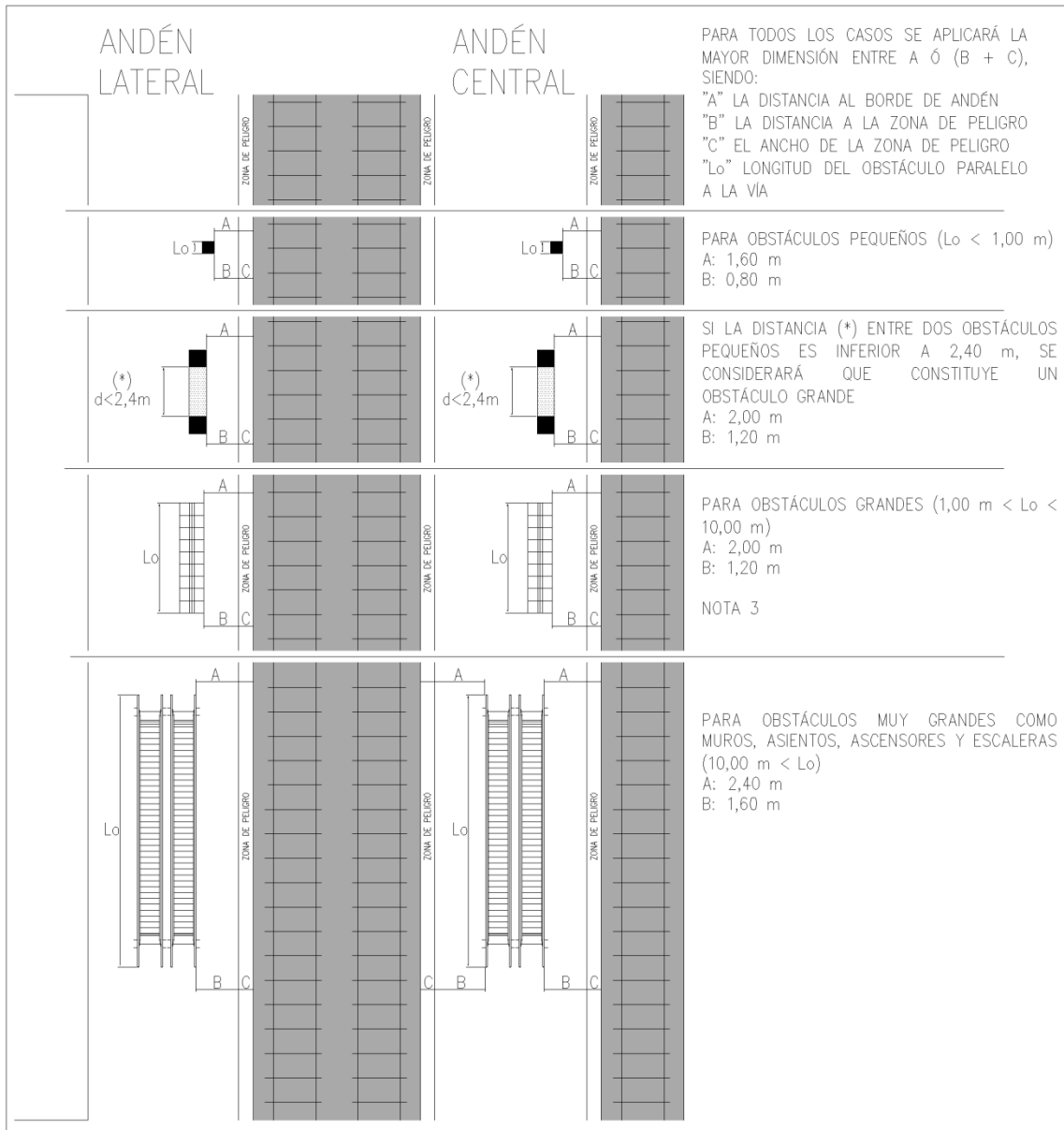


Figura H.1.b: Distribución de obstáculos en los andenes.



NOTA 1: El equipo necesario para el sistema de señalización y el equipo de seguridad no se consideran obstáculos.

NOTA 2: Los valores del ancho de la zona de peligro (C) se definen en el apartado 4.1.4.7.3 del presente libro.

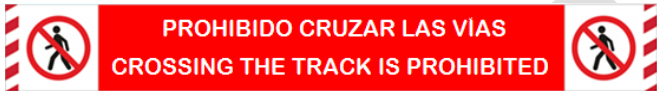

NOTA 3: Dentro de la distancia mínima entre un obstáculo grande y la zona de peligro se permite la existencia de pequeños obstáculos adicionales siempre que se cumplan los requisitos aplicables a los pequeños obstáculos (distancia mínima a la zona de peligro y distancia mínima al siguiente obstáculo pequeño).

H.2. SEÑALIZACIÓN EN ANDENES

H.2.1. Tipología de las señales

A título informativo se incluyen las siguientes señales, cuyo texto deberá incluirse asimismo en la lengua cooficial correspondiente en las estaciones donde proceda:



Figura H.2.a: Señales de prohibición del cruce de vías en estaciones sin cruce entre andenes, en boceles de andén, en paramentos verticales o expuestos.

<i>Tipo 1</i>	
<i>Tipo 2</i>	

Nota 1: En el tipo 1 se admite igualmente la disposición de los textos de cada lengua en 2 líneas.

Nota 2: No es necesario que en cada señal se recojan los textos en todas las lenguas, admitiéndose la instalación de señales con textos de forma secuencial, de modo que cada señal recoja el texto en una lengua diferente alternando las mismas.

Figura H.2.b: Señal de prohibición del cruce de vías en estaciones con cruce entre andenes, en boceles de andén, en paramentos verticales o expuestos.

<i>Tipo 1</i>	
<i>Tipo 2</i>	

Nota 1: En el tipo 1 se admite igualmente la disposición de los textos de cada lengua en 2 líneas.

Nota 2: No es necesario que en cada señal se recojan los textos en todas las lenguas, admitiéndose la instalación de señales con textos de forma secuencial, de modo que cada señal recoja el texto en una lengua diferente alternando las mismas.

Figura H.2.c: Señal de prohibición de paso salvo personal autorizado en extremos de andén sin cruce entre andenes.

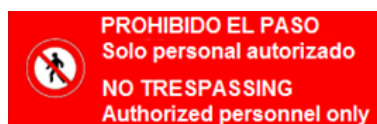


Figura H.2.d: Señal de prohibición de paso salvo personal autorizado o emergencias en extremos de andén con cruce entre andenes.

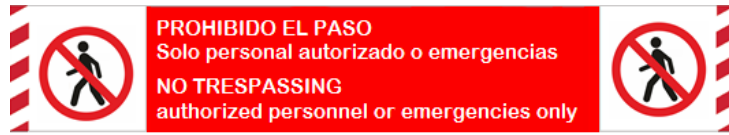


Figura H.2.e: Señales de paso habilitado para cruzar las vías en estaciones que no dispongan de paso inferior o superior entre andenes.



Nota: En las estaciones donde proceda el texto deberá incluirse únicamente en castellano y en la lengua cooficial correspondiente

Figura H.2.f: Señal de advertencia a fin de permanecer fuera de la zona de peligro.



H.2.2. Tamaño de las señales

El tamaño de las señales se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

Tamaño del marco en mm, si se utiliza marco = Distancia de lectura en mm dividida por 250, multiplicada por 1,25.

La menor de las dimensiones de cada señal tendrá una longitud de al menos 85 mm.

H.2.3. Tamaño de letra y contraste entre el carácter/pictograma y el fondo de la señal

El texto, los símbolos y los pictogramas utilizados para la información visual contrastarán con su fondo.

El carácter tipográfico utilizado para el texto deberá ser fácilmente legible.

El cálculo del tamaño de letra y el contraste entre el carácter/pictograma y el fondo de la señal se definen en la Guía de Aplicación de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

BORRADOR

ANEXO I. COMBINACIONES DE CURVAS HORIZONTALES

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.1.4 del presente libro .

En casos excepcionales, cuando existan variaciones bruscas de curvatura, serán de aplicación los requisitos establecidos en este anexo.

Las curvas horizontales se pueden combinar para formar una curva y contracurva, curvas de sentidos contrarios con un elemento intermedio y curvas en la misma dirección con un elemento intermedio. Estos tipos de situaciones se muestran en la Figura I.2.2. Los elementos de vía pueden tener una curvatura constante (como en la figura I.2.2), pero también pueden ser una curva de transición con o sin cambio de curvatura variable. En algunos casos, el elemento intermedio puede ser una curva de transición de una longitud inferior a la normal, es decir una curva de transición que no sea conforme a los requisitos establecidos en el apartado 4.1.4.2.11 del presente libro.

En la práctica, estas situaciones se presentan en los casos siguientes:

- Vías desviadas en zonas de aparatos de vía.
- Plenas vías adyacentes a las zonas de aparatos de vía.
- Plenas vías cuando no es práctico instalar curvas de transición completas (generalmente en estaciones y vías de apartado).

I.1. LONGITUD LÍMITE DEL ELEMENTO (O ELEMENTOS) INTERMEDIO(S) (L_{slim}) ENTRE DOS VARIACIONES BRUSCAS DE CURVATURA

Un punto de tangencia con una variación brusca de curvatura genera perturbaciones del comportamiento dinámico del vehículo. Sería conveniente, por lo tanto, que hubiera una longitud mínima hasta el siguiente punto de tangencia con una variación brusca de curvatura.

La longitud límite del elemento intermedio, o de los elementos intermedios, entre dos variaciones bruscas de curvatura se define en el cuadro I.1.

Cuadro I.1: Longitud mínima entre dos puntos de tangencia con variaciones bruscas de la curvatura (L_{slim}). Líneas de ancho ibérico y estándar europeo.

Longitud mínima entre puntos de tangencia de cambios bruscos de insuficiencia de peralte (m)			
Velocidad	Límite de referencia	Límite normal	Límite excepcional
$V \leq 70$	$V/4$	$V/5$	$V/10$ ⁽¹⁾
$70 < V \leq 100$	$V/4$	$V/5$	$V/6$ ⁽²⁾
$100 < V \leq 350$	$V/3$	$V/4$	$V/5$

⁽¹⁾ Si $\Delta l < 110$ mm y $V < 50$ k/m, puede reducirse a $V/12,5$
⁽²⁾ Si $\Delta l < 100$ mm y $V < 90$ k/m, puede reducirse a $V/10$

El valor límite excepcional, podrá ser utilizado sin necesidad de justificación expresa, en aquellos trazados de estación que no sean vías generales.

I.2. VARIACIÓN BRUSCA DE LA INSUFICIENCIA DE PERALTE (Δl) CUANDO EXISTEN VARIACIONES BRUSCAS DE CURVATURA EN LAS CURVAS COMBINADAS

Este apartado es de aplicación únicamente a las líneas con ancho ibérico y estándar europeo, para las líneas de ancho métrico es una cuestión pendiente.

I.2.1. Longitud del elemento (o elementos) intermedio(s) igual(es) o superior(es) al valor límite mínimo ($L_s \geq L_{slim}$)

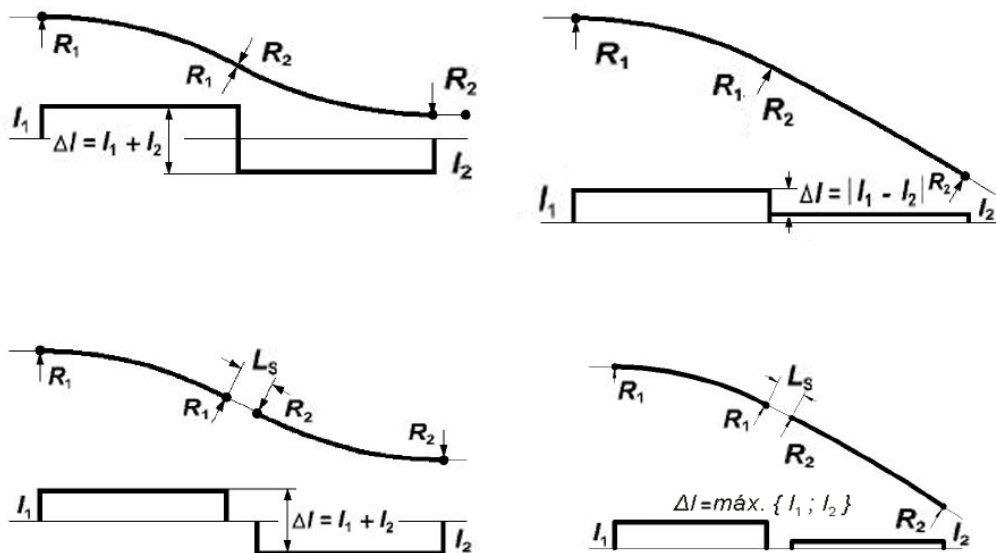
Si la longitud total del elemento (o los elementos) intermedio(s) es superior al valor límite ($L_s \geq L_{slim}$), los puntos de tangencia con variación brusca de curvatura deben ser considerados independientemente, y la variación brusca de la insuficiencia de peralte (Δl) para cada punto de tangencia debe verificar el valor límite establecido en el apartado 4.1.4.2.5, b) del presente libro.

I.2.2. Elemento(s) intermedio(s) de longitud inferior a la estándar ($L_s < L_{slim}$), o cuando no hay ningún elemento intermedio ($L_s = 0$).

Si la longitud total del o de los elementos intermedios no es conforme a lo indicado en el apartado I.1, la velocidad máxima autorizada debe estar basada en las variaciones bruscas de la insuficiencia de peralte siguientes (véase la Figura I.2.2), que deberán cumplir los límites definidos en el apartado 4.1.4.2.5.b:

- Para una curva y contracurva: $\Delta l = l_1 + l_2$;
- Para dos curvas de dirección contraria con una zona recta intermedia: $\Delta l = l_1 + l_2$;

Figura I.2.2: Combinaciones de los elementos del trazado en planta.



Casos de trazados equivalentes se producen cuando dos variaciones bruscas de curvatura están separadas por una longitud inferior al valor L_{slim} , y la segunda variación brusca de curvatura interactúa con la primera dando lugar un aumento de la variación total de curvatura entre los dos puntos de tangencia. Estos casos deben ser evaluados utilizando la ecuación $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$:

- Para las curvas de distintos radios: $\Delta l = |l_1 - l_2|$
- Para dos curvas de la misma dirección, con una zona recta intermedia sin peralte: $\Delta l = \text{máx. } \{l_1; l_2\}$

Se debería evitar, en la medida de lo posible, esta combinación, debiendo utilizarse una curva de distintos radios con $L_s=0$.

Casos de trazados equivalentes se producen cuando dos variaciones bruscas de curvatura están separadas por una longitud inferior al valor L_{slim} , y la segunda variación brusca de curvatura interactúa con la primera

dando lugar una disminución de la variación total de curvatura entre los dos puntos de tangencia. Por regla general, todos los puntos de tangencia i deben ser evaluados según Δ_i .

I.2.3. Requisitos para prevenir el encaballamiento o bloqueo de los topes

Los requisitos para el cálculo de la longitud mínima de la alineación recta intermedia, para prevenir el encaballamiento de los topes entre curvas de direcciones contrarias, están basados en la limitación del desplazamiento relativo por inscripción en curva, en secciones externas a la altura de los topes, a un valor máximo de 0,395 m, con el fin de centrar las cabezas de los topes a baja velocidad en las composiciones del material rodante, sin esfuerzos longitudinales. Algunas de las características del vehículo de referencia, utilizadas para este análisis, son las siguientes:

- a : Distancia entre pivotes de bogies o entre ejes extremos de vehículos sin bogies: 19 m
- n_t : Distancia entre los platos de topes y los ejes extremos o pivotes de bogies: 3,7 m
- Δ : Ancho del plato del tope: 635 mm
- w : Holgura lateral del vehículo: ± 60 mm

En los cuadros I.2.3.a y I.2.3.b se recogen, respectivamente, las fórmulas para el cálculo de los valores mínimos de longitud de tramo recto intermedio entre curvas de direcciones contrarias, y los valores para las combinaciones de radios habituales. La representación gráfica del valor mínimo de la longitud del tramo recto intermedio entre curvas de direcciones contrarias, en función de sus radios, se muestra en la Figura I.2.3.

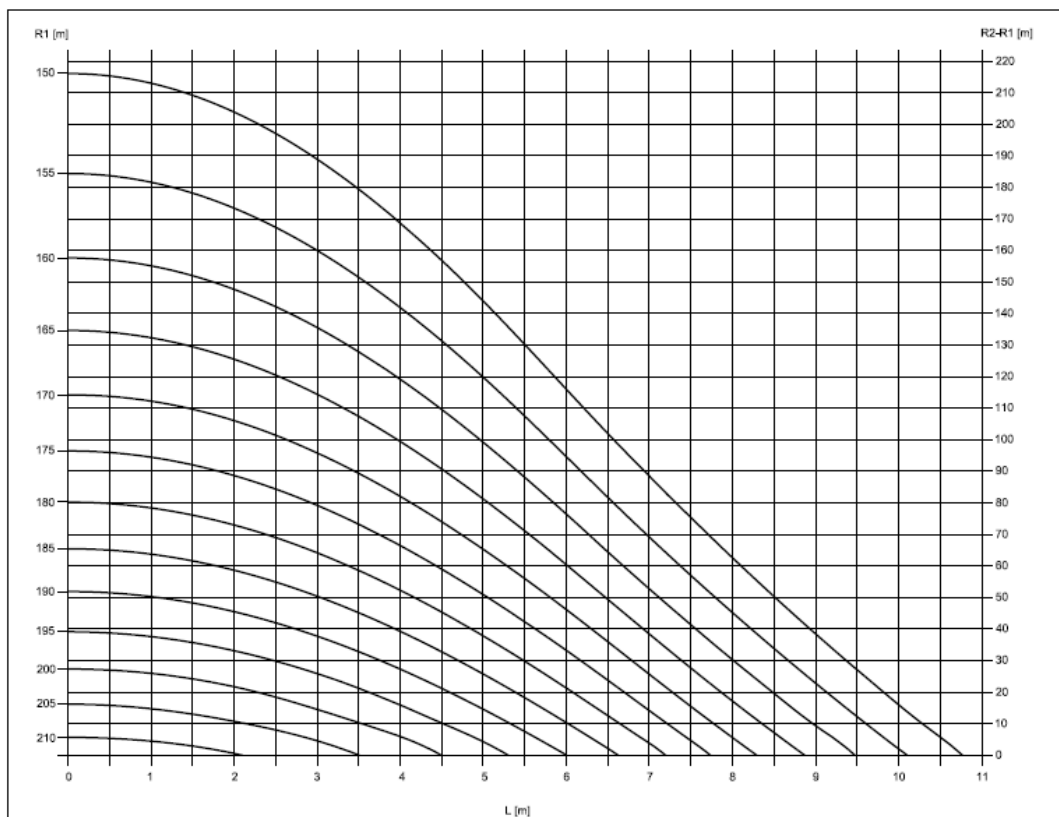
Cuadro I.2.3.a: Fórmulas para el cálculo del valor límite para la longitud L (m) del tramo recto intermedio, entre dos curvas circulares de dirección contraria. Líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo.

R_{eq}	Longitud mínima del tramo recto intermedio (m)	
$R_{eq} \geq 106,4$	$L = 0$	
$R_{eq} < 106,4$	$R_{eq} \geq 106,4 - 17,33 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$	$L = (R_1 + R_2) \cdot \sqrt{\frac{0,79}{R_1 \cdot R_2} \cdot (106,4 - R_{eq})} + 0,016$
	$R_{eq} < 106,4 - 17,33 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$	$L = 22,7 - \sqrt{\left(5,135 \cdot \frac{R_2}{R_1} - 1\right) \cdot (0,79) \cdot (R_1 - 106,4)} + 0,017$

en donde $R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ [m], y $R_2 \geq R_1$.

R_1 : Radio en metros de la curva de menor radio.
 R_2 : Radio en metros de la curva de mayor radio.
 R_{eq} : Radio equivalente, en metros.
 L : longitud mínima de tramo recto intermedio, en metros.

Figura I.2.3: Representación gráfica de la mínima longitud de tramo recto entre dos curvas circulares, en función de los radios de las curvas. Líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo.



en donde $R_2 \geq R_1$

R_1 : Radio de la curva de menor radio, en metros.
 R_2 : Radio de la curva de mayor radio, en metros.
 L : Longitud mínima del tramo recto intermedio, en metros.

Cuadro I.2.3.b: Valores límite para la longitud mínima del tramo recto intermedio entre dos curvas circulares de dirección contraria, para las combinaciones de radios habituales. Líneas con ancho de vía ibérico y estándar europeo.

R1 R2	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220
150	10,78	10,53	10,29	10,06	9,83	9,6	9,38	9,16	8,94	8,73	8,52	8,31	8,11	7,91	7,71
160	10,29	9,86	9,48	9,22	8,97	8,73	8,49	8,25	8,02	7,79	7,56	7,34	7,12	6,91	6,69
170	9,83	9,37	8,97	8,62	8,3	8,04	7,78	7,53	7,28	7,04	6,8	6,55	6,31	6,06	5,81
180	9,38	8,91	8,49	8,12	7,78	7,48	7,2	6,93	6,65	6,37	6,08	5,79	5,49	5,18	4,86
190	8,94	8,45	8,02	7,63	7,28	6,96	6,65	6,33	6	5,67	5,33	4,97	4,59	4,19	3,76
200	8,52	8,01	7,56	7,16	6,8	6,44	6,08	5,71	5,33	4,93	4,5	4,04	3,54	2,97	2,28
210	8,11	7,59	7,12	6,7	6,31	5,91	5,49	5,06	4,59	4,09	3,54	2,91	2,11	0,73	0
220	7,71	7,17	6,69	6,25	5,81	5,35	4,86	4,34	3,76	3,1	2,28	0,95	0	0	0
230	7,32	6,77	6,27	5,79	5,29	4,76	4,18	3,52	2,74	1,67	0	0	0	0	0
240	6,95	6,38	5,85	5,32	4,74	4,11	3,38	2,5	1,07	0	0	0	0	0	0
250	6,58	5,99	5,42	4,81	4,14	3,36	2,39	0,51	0	0	0	0	0	0	0
260	6,22	5,6	4,97	4,26	3,46	2,44	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0
270	5,86	5,2	4,48	3,66	2,64	0,86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
280	5,51	4,78	3,96	2,96	1,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	5,15	4,33	3,37	2,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	4,77	3,85	2,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	4,37	3,31	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	3,95	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	3,47	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	2,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	1,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quando el elemento intermedio no sea una alineación recta, deberá llevarse a cabo una investigación a fin de comprobar que la magnitud del desplazamiento relativo entre los topes, por inscripción del vehículo de referencia a lo largo del trazado, no es mayor de 0,395 m.

ANEXO J. LIMITACIONES Y RIESGOS ASOCIADOS A LA UTILIZACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EXCEPCIONALES DE LOS PARÁMETROS DE TRAZADO

La utilización de los valores de los parámetros de trazado superiores a los límite e iguales o inferiores a los límites excepcionales conlleva una reducción del nivel de confort de los viajeros y puede dar lugar a costes de mantenimiento más elevados, particularmente cuando se trata de una vía con geometría y armamento degradados.

El proyectista deberá evitar la utilización innecesaria de valores de los parámetros de trazado superiores a los límite a la velocidad máxima de trayecto, bien cumpliendo los valores límites establecidos en esta Instrucción o bien utilizando un margen para la velocidad de diseño respecto la velocidad máxima de trayecto.

Se admite la utilización de valores de los parámetros de trazado superiores a los límites cuando considerando los valores límite se incurra en costes inaceptables a la velocidad máxima de trayecto. Sin embargo el diseño del trazado se realizará con márgenes generosos.

Lo indicado anteriormente es igualmente aplicable cuando se acondicionen líneas existentes a velocidades elevadas, cuando la utilización de los valores límite diera lugar a costes inaceptables.

Los valores de los parámetros de trazado superiores a los normales no son aceptables más que para ciertos tipos particulares de vehículos, e incluso en este caso implicarían niveles de confort más bajos y, casi con seguridad, costes de mantenimiento más elevados.

Con carácter general:

- Se evitarán los trazados en los que se utilicen parámetros que superen los valores límite de forma sistemática en todas las alineaciones, debiendo analizarse de forma aislada el valor a adoptar para dichos parámetros en cada alineación.
- En la medida de lo posible, se evitará sobrepasar los valores límite para varios parámetros de trazado en el mismo lugar.
- Los valores límite de los parámetros de trazado no se establecerán como valores habituales de diseño. Siempre que no suponga un mayor sobrecoste, será deseable evitar la utilización de valores de diseño excesivamente cercanos a los valores límite.

En el proyecto deberá incluirse una justificación expresa de cada uno de los parámetros de trazado que sobrepasen los valores límite. En el caso en que coincidan en el mismo lugar varios parámetros en los que se supere el valor límite, en el proyecto se incluirá una justificación sobre la viabilidad de la solución.

El mantenimiento deberá estar dentro de los límites especificados por el Plan de mantenimiento, pudiendo ser necesarios controles adicionales de la vía.

BORRADOR

ANEXO K. SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA EN TÚNELES

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.9.10 del presente libro.

A efectos informativos, en el presente anexo se incluyen modelos de señalización de evacuación y emergencia en túneles.

Figura K.1: Señalización de evacuación.



Figura K.2: Señalización de salidas.




Figura K.3: Señalización informativa de emergencia.



Figura K.4: Señalización Informativa adicional.



Figura K.5: Balizamiento de acero, continuo, en la contrahuella de las escaleras.

 Balizamiento, de dimensiones Lx70x1 mm (L = longitud del peldaño).


Se coloca en las contrahuellas de los escalones de las escaleras que formen parte de las rutas de evacuación, en sentido ascendente.

Figura K.6: Balizamiento continuo, de guiado, en paramentos verticales, con placa de acero.

 Balizamiento, de dimensiones Lx70x1 mm.


Se coloca como balizamiento de guiado en los paramentos verticales de las rutas de evacuación, a unos 40 cm del suelo.

Figura K.7: Balizamiento continuo, en puertas.

 Dimensiones Lx70x1 mm (L = longitud necesaria de acompañamiento).

Se coloca como balizamientos para enmarcar las puertas que se encuentran en las rutas de evacuación.

Figura K.8: Balizamiento de obstáculos, en paramentos verticales, de acero, continuo, barrado.

 Balizamiento, de dimensiones Lx70x1 mm.

Se coloca como balizamiento vertical de los posibles obstáculos situados en las rutas de evacuación, que puedan suponer un peligro de golpes y caídas.

Figura K.9: Balizamiento en barras antipánico y dispositivos de apertura de acero.



Balizamiento de dimensiones Lx70x1 mm

Se coloca como balizamiento de los mecanismos de apertura tipo "barra" de las salidas de emergencia, en la parte superior e inferior.

BORRADOR

ANEXO L. PROCEDIMIENTO TÉCNICO GENERAL PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LAS LÍNEAS CON CÓDIGOS DE TRÁFICO P1 Y P2, DE NUEVA CONSTRUCCIÓN, EN RELACIÓN CON EL VIENTO LATERAL

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.8.3 del presente libro.

L.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En ocasiones la operación de las líneas ferroviarias puede verse afectada por la incidencia de fenómenos meteorológicos adversos que afectan principalmente a la circulación de los trenes. De todos estos fenómenos, el viento lateral es uno de los más importantes, pues afecta tanto a la estabilidad del tren, disminuyendo ésta a medida que la velocidad del viento aumenta, como a la de la catenaria.

Este fenómeno debe ser considerado con mayor detalle para el caso de las líneas con códigos de tráfico P1 y P2, pues la velocidad de circulación es elevada, al tiempo que algunos de los nuevos trenes se caracterizan por su gran ligereza, siendo más sensibles a los vientos laterales, sobre todo aquellos modelos que incorporan equipos de tracción distribuida.

L.2. OBJETO DEL ANEXO

El objeto del presente anexo es detallar el procedimiento técnico general a emplear por el administrador de infraestructuras para la caracterización de las líneas con códigos de tráfico P1 y P2, de nueva construcción, en relación con el viento lateral. Con dicho procedimiento se persigue:

- 1) Homogeneizar la manera de realizar la caracterización anterior sobre cada línea considerada.
- 2) Optimizar el equipamiento técnico que una línea debe incorporar para ser protegida frente al viento lateral.

Se define con carácter general el procedimiento, sin entrar en detalle en los aspectos técnicos considerados.

L.3. PLANTEAMIENTO GENERAL A SEGUIR

En el planteamiento general de protección al viento lateral se establece que la protección sólo debe ser implementada en las zonas que lo precisen. La localización de estas zonas se llevará a cabo tras la realización del denominado *Estudio de Vientos*. Este estudio utilizará los datos de viento disponibles, procedentes de estaciones meteorológicas externas (normalmente de AEMET), situadas en la zona de la línea, o de estaciones meteorológicas propias del administrador de infraestructuras.

Una vez determinado cuáles son las zonas susceptibles de ser protegidas, se seleccionará el tipo de protección a implementar. Esta protección se clasifica en dos tipos:

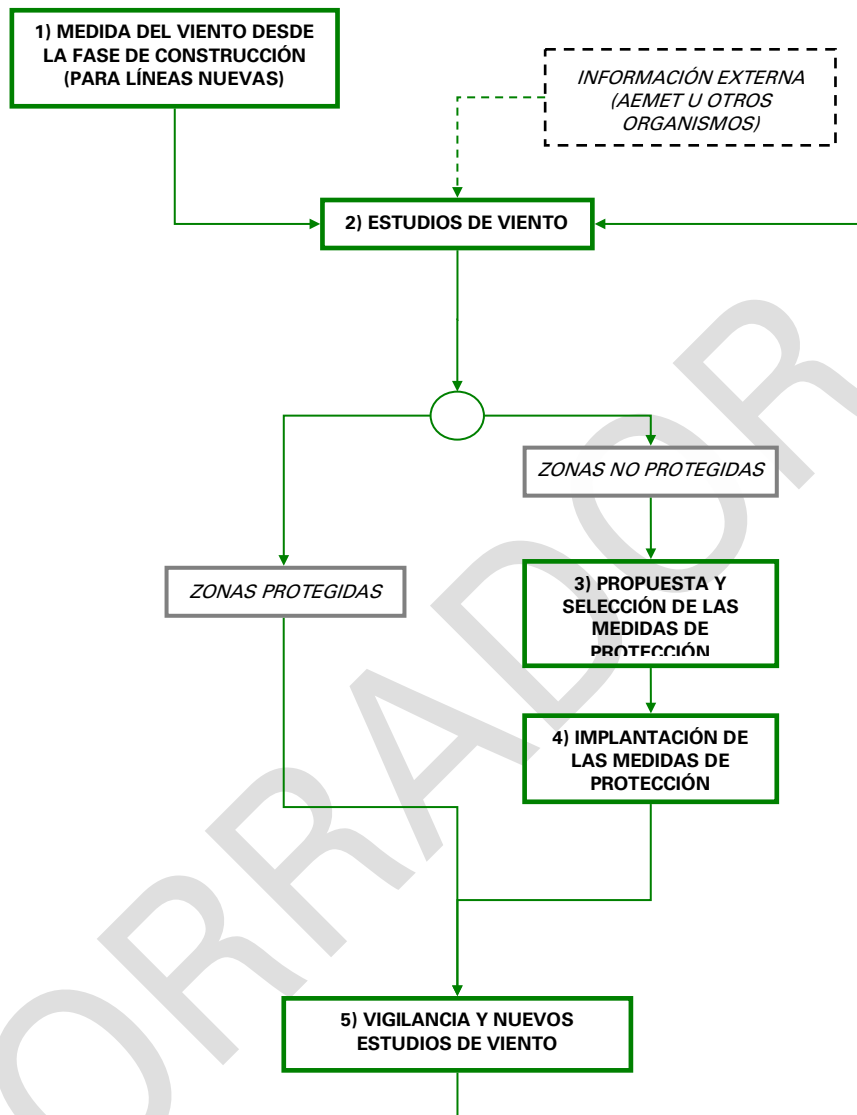
- 1) **Protección pasiva**, consistente en la instalación de pantallas de protección al viento lateral.
- 2) **Protección activa**, consistente en la regulación del tráfico ferroviario en base a la información obtenida de las estaciones meteorológicas situadas en el entorno de la infraestructura.

L.4. PROCEDIMIENTO TÉCNICO

El procedimiento técnico definido considera las siguientes etapas consecutivas en el tiempo:

- 1) Medida del viento desde la fase de construcción de la plataforma ferroviaria.
- 2) Estudios de viento.
- 3) Propuesta y selección de las medidas de protección en las zonas que lo precisen.
- 4) Implantación de las medidas de protección.
- 5) Vigilancia y nuevos estudios de viento.

Figura L.1: Diagrama de procesos del procedimiento técnico establecido para la caracterización de las líneas ferroviarias ante el viento lateral.



Cada una de las etapas del diagrama se analiza en los siguientes apartados.

L.4.1. Medida del viento desde la fase de construcción de la plataforma ferroviaria

El objetivo de esta etapa es disponer de un histórico de datos de viento (intensidad y dirección de la velocidad) en el entorno de la línea desde el momento de proyectar e iniciar su construcción, mediante el empleo de equipos de medición provisionales. Con ello se podrá disponer de un histórico de datos local que complemente a otros posibles datos externos

(AEMET, etc.), posibilitando una mejor exactitud en los resultados obtenidos en la fase posterior de estudios. Es importante destacar que no se pretende sustituir la información proporcionada por estos organismos externos, sino complementarla. Debe tenerse en cuenta que, por ejemplo, las series de datos suministrados por AEMET se refieren a un número de años mayor que el que se podría alcanzar previsiblemente con las series de datos medidos en el entorno de la línea por parte del administrador de infraestructuras.

L.4.2. Estudio de Viento

El objetivo de este estudio es analizar si la circulación de los trenes por los diferentes trayectos de una línea, en presencia de viento lateral, cumple el objetivo de seguridad establecido. Este objetivo de seguridad debe ser establecido a nivel nacional, ya que la normativa actual no lo fija. El análisis se realiza por zonas o trayectos previamente caracterizados, y considerando las condiciones iniciales de la línea, es decir, sin la adopción de medidas de protección al viento.

Los cálculos anteriores deberán tener en cuenta las curvas características de viento del material rodante que circule por la línea, por lo que debe especificarse con qué tipo de tren (o tipos de tren) se han hecho los cálculos. Para trenes con velocidad inferior a 250 km/h, los cálculos se deberán realizar con el tren que peor comportamiento al viento lateral presente, obteniendo la curva de viento característico de acuerdo con la norma UNE EN-14067-6, y para trenes con velocidad igual o superior a 250 km/h se deberán considerar las características de los trenes interoperables (CWC de referencia, recogida en la ETI del subsistema material rodante de alta velocidad (Decisión 2008/232/CE de la Comisión, de 21 de febrero de 2008, sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad)).

L.4.3. Propuesta y selección de las medidas de protección en las zonas que lo precisen

Tras la conclusión de la etapa anterior se estará en disposición de conocer cuáles son las zonas que deben ser protegidas.

Aunque la instalación de pantallas minimizaría o incluso podría hacer desaparecer el problema de origen, la adopción de esta protección supondrá una mayor inversión económica que la que debe realizarse con la protección activa, por lo que se ha considerado que la instalación de pantallas vaya siempre precedida tanto por un análisis de los datos obtenidos en la vía por estaciones meteorológicas, como por el estudio de

la viabilidad de los condicionantes que lleva aparejada la protección activa en la práctica de la explotación de la línea ferroviaria.

L.4.3.1. Protección activa

Consiste en la regulación del tráfico ferroviario en base a la información obtenida de estaciones meteorológicas situadas junto a la vía (pertenecientes al administrador de la infraestructura) o próximas a ella (pertenecientes a otros organismos, normalmente AEMET).

Este tipo de protección se traduce en la imposición de LTV (limitaciones temporales de velocidad) a los trenes cuando se predice un viento inapropiado para la normal operación del tráfico. Estas predicciones son informadas a los Puestos de Mando correspondientes.

L.4.3.2. Protección pasiva

Consiste en la instalación de pantallas de protección contra el viento lateral en aquellos puntos de la zona que lo precisen, previo análisis y experiencia acumulada de los datos medidos por estaciones meteorológicas.

Esta protección pasiva será por lo general adoptada en aquellos tramos del trazado que, por sus características constructivas, impliquen una alta frecuencia de reducciones de velocidad, incompatibles con una explotación óptima del servicio, o en los que se hayan registrado vientos de cierta importancia.

L.4.4. Implantación de las medidas de protección

Tras la definición de las medidas de protección a adoptar, se procederá a su implantación en las zonas correspondientes.

L.4.5. Vigilancia y nuevos estudios

El objeto de esta última etapa será constatar que el entorno de la línea no sufre modificaciones que puedan producir un cambio del comportamiento del viento en esas zonas, es decir, un cambio en las condiciones de contorno.

De esta manera la construcción de obras de fábrica, edificios, etc., en las inmediaciones de la línea, deberá llevar asociado un análisis sobre nuevos comportamientos del viento en esas zonas, en cuyo caso podrá ser necesaria o no, la realización de unos nuevos estudios de vientos.

BORRADOR

ANEXO M. RECOMENDACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES EN UNA LÍNEA FERROVIARIA

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.5.9 del presente libro.

M.1. OBJETO

Este anexo pretende sentar las bases para la comprobación estructural de las obras de paso ferroviarias frente al paso de los trenes de referencia (categorías de línea EN, conforme al anexo D del presente libro, y los trenes especiales).

El contenido del presente anexo se desarrolla con mayor detalle en la publicación del Ministerio de Fomento *“Documentos complementarios no contradictorios para la aplicación de los Eurocódigos para el cálculo de puentes de Ferrocarril”*, (<https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/>), páginas 135-157.

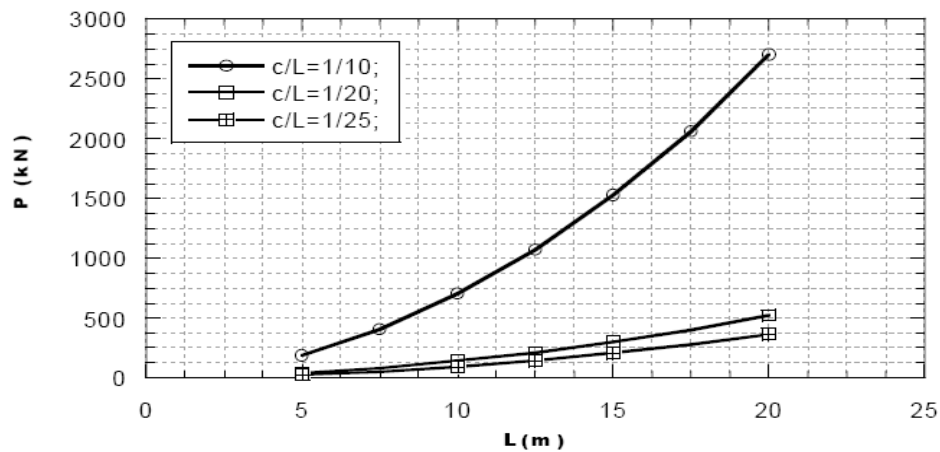
M.2. DATOS PREVIOS

M.2.1. Consideraciones generales

A la red definida en el ámbito de aplicación del apartado 1.1 del presente libro pertenece un patrimonio de puentes de muy variada edad, tipología, tamaño, materiales constituyentes, estado de conservación, etc.

Los puentes de fábrica (piedra, ladrillo y también hormigón en masa o débilmente armado) representan un porcentaje importante, en torno al 35% del total. Estos puentes fueron proyectados hace ya muchos años (entre 1850 y 1950, aproximadamente) y ahora ni se proyectan ni se construyen. A los puentes de fábrica les afecta relativamente poco el valor de las sobrecargas (los trenes de referencia), pues sigue prevaleciendo el efecto del peso propio y de las cargas muertas correspondientes en su hecho resistente. Por eso no se encuentran referencias históricas a las sobrecargas a considerar en el proyecto de puentes de fábrica.

Figura M.2.1. Capacidad portante de un puente de fábrica frente al paso de una carga puntual P aplicada en el punto crítico, a $L/4$, (en ordenadas), para diferentes relaciones canto/luz y luces L crecientes (en abscisas).



Los puentes metálicos, siguientes en el orden cronológico de aparición en los trazados ferroviarios, son ahora una exigua minoría, del orden del 5% del total de la red, aproximadamente.

Los puentes de hormigón —armado o pretensado— son, aproximadamente, el 60% del total de los puentes de la red y tienen edades que oscilan, en España y en Europa en general, entre 0 y 110 años. Las cargas de proyecto utilizadas fueron, fundamentalmente, las de los reglamentos para puentes metálicos.

M.2.2. Datos históricos

Es de gran interés el conocimiento de la fecha, siquiera aproximada, del proyecto y construcción de cada estructura (por ejemplo, a través del Sistema de Gestión de Obras de Paso, del administrador de la infraestructura), en la medida en que este dato permite determinar, entre otros aspectos:

- La normativa vigente en el momento de redacción del proyecto y de ejecución de la obra, relativa a las acciones y a los materiales estructurales, es decir, las bases de cálculo y el formato de seguridad;
- Los criterios de proyecto y los procedimientos constructivos utilizados;
- Los trenes de cargas a lo largo de la historia;

- La aplicación en su caso del coeficiente α de clasificación al tren de carga utilizado en el proyecto o, eventualmente, al de la reparación o actualización posterior.

M.3. NIVELES DE ANÁLISIS

Se plantea en este anexo una metodología de análisis con carácter progresivo, esto es, que parte de procedimientos sencillos de evaluación, asociados a pocos datos, para acudir sucesivamente, si es preciso, a formulaciones más sofisticadas y más exigentes en volumen de información, hasta poder emitir un dictamen acerca de la comprobación estructural del puente frente al paso del tren de referencia. En el organigrama de la Figura M.3 se sintetiza el modus operandi propuesto.

Así, se propone:

- Una aproximación “relativista”, que compara la envolvente de esfuerzos del tren de referencia con la del tren de cargas vigente cuando se redactó el proyecto o, en su caso, cuando se acondicionó el puente por reparación o refuerzo. Este procedimiento se describe en el apartado M.4.
- Un análisis estructural propiamente dicho, que puede seguir, a su vez, cuatro niveles de aproximación, más sofisticados y más exigentes en cuanto a información necesaria, a medida que va siendo preciso, en el proceso de validación, acudir a modelos más complejos. Este procedimiento se describe en el apartado M.5.
- Finalmente, cabe plantear una aproximación cualitativa de validación, para estructuras que evidencian un comportamiento previo positivo y un estado aceptable, tras la correspondiente inspección, o que sean de difícil modelización. El enunciado de este procedimiento se explica en el apartado M.6.

- a) Determinar el tren de cargas vigente cuando se redactó el proyecto (lo que se puede deducir de la fecha de proyecto y construcción de la obra (M.2.2), o, en su caso, cuando se acondicionó el puente por reparación o refuerzo.
- b) Recabar el “índice de estado” de la obra de paso, resultado de la inspección principal.
- c) Comparar la envolvente de los esfuerzos correspondiente al tren de cargas vigente con la envolvente de los esfuerzos correspondiente al tren de referencia en estudio. La primera envolvente se minorará en función del índice de estado.
- d) Si la envolvente de esfuerzos correspondiente al tren de referencia en estudio es inferior a la envolvente de los esfuerzos correspondiente al tren de cargas vigente, con un margen de seguridad aceptable y considerando el estado de la obra de paso, ésta se califica como “apta”.

Eventualmente puede ser necesario considerar aspectos como el comportamiento en servicio, o el confort del usuario, que no recoge este procedimiento.

M.4.2. Formulación de la propuesta

Se plantea un criterio práctico, forzosamente simplificado dadas las carencias de información, para la consideración de la aptitud del paso de trenes diferentes de los oficialmente considerados en el proyecto o la explotación de los puentes existentes en una red ferroviaria.

M.4.2.1. Planteamiento de la propuesta simplificada

Se considerará como “apta” la estructura frente al paso del tren de referencia si en todo punto (tanto en el tablero como en las pilas y estribos, así como en sus cimentaciones) se satisface la condición siguiente:

$$S(tr) \leq \frac{(S(tp) - \Delta S_G) \lambda_0 I_e}{10}$$

siendo:

$S(tr)$ la envolvente de esfuerzos deducida para el tren de referencia (tr) objeto de estudio;

$S(tp)$ la envolvente de esfuerzos deducida para el tren de cargas vigente: tren de proyecto (tp) inicial o correspondiente a un acondicionamiento posterior, en su caso, de la obra de paso;

ΔS_G incremento de la ley de esfuerzos de carga permanente, como consecuencia, en su caso, de los sucesivos incrementos de la banqueta de balasto;

λ_o coeficiente de reducción, que puede tomarse del cuadro M.4.2.1.

Cuadro M.4.2.1: Coeficiente de reducción λ_o .

Valores de λ_o	Puentes de fábrica (piedra, ladrillo u hormigón en masa)	Puentes metálicos	Puentes de hormigón armado o pretensado
Vía simple	1,0	0,7	0,9
Vía múltiple	1,0	0,5	0,8

I_e índice de estado de la obra de paso, que puede tomar valores entre 0 y 10 (0: estado de ruina; 10: perfecto estado, sin deterioro alguno).

En relación con la calificación que permite otorgar la Instrucción sobre las inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril (ITPF-05), se tendría:

I_e	$I_e \leq 7$	$7 < I_e \leq 10$
Clase ITPF-05	1	2

M.5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PROGRESIVO

Si la estructura no ha sido declarada "apta" tras el análisis inicial relativista indicado en M.4, debe procederse progresivamente según se sintetiza en el cuadro M.5. El proceso se detiene, en su caso, en el nivel en que la estructura se declara "apta":

Cuadro M.5: Niveles de análisis estructural.

Nivel	Método
1	Comprobación de la estructura, haciendo uso de los trenes de carga utilizados para el proyecto de obra nueva y de los códigos estructurales vigentes para obra nueva.

2	<p>Comprobación de la estructura para el tren de referencia correspondiente a la categoría de línea EN, conforme al anexo D del presente libro. Para el resto de sobrecargas se considerarán las especificaciones de la Instrucción de acciones vigente. En su caso, se realizará la comprobación para los trenes especiales que, igualmente, vendrán definidos por su geometría y cargas por eje.</p> <p>Se utilizarán los códigos de materiales con unos coeficientes de ponderación corregidos, en virtud de la disminución de incertidumbres que representa que la estructura ya existe y que, en su caso, ha evidenciado un comportamiento previo positivo. Se desarrolla en M.5.2.</p>
3	<p>Comprobaciones como las del nivel 2, pero con información actualizada en forma de características resistentes deducidas tras una inspección especial, auscultación o pruebas de carga. Contexto semiprobabilista con coeficientes parciales ajustados, con el fin de obtener la misma fiabilidad que para obra nueva.</p>
4	<p>Aproximación sofisticada en forma de análisis no lineal, tridimensional, en un contexto de formato de comprobación probabilista.</p> <p>Este nivel de análisis está reservado a casos muy especiales, debido a la gran cantidad de información que es preciso reunir y a lo costoso del análisis.</p>

M.5.1. Nivel 1. Trenes de carga y formatos de seguridad de obra nueva, con códigos estructurales vigentes

Este procedimiento es el más conservador. Tropezaba con la dificultad de que ni los materiales ni los detalles constructivos de las estructuras del pasado coinciden con los vigentes, lo que puede desembocar en la necesidad de acudir al nivel 2, dadas las crecientes exigencias en cuanto a sollicitaciones y el no paralelo crecimiento de las capacidades resistentes de la estructura existente.

M.5.2. Nivel 2. Tren de referencia en estudio y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con materiales idealizados

El formato es idéntico al del nivel 1, pero con dos diferencias importantes:

- Se utiliza el tren de referencia en estudio, y
- Se utilizan unos coeficientes parciales de mayoración de las acciones y de minoración de las resistencias más ajustados que los correspondientes a obra nueva.

Los valores que se indican seguidamente pueden aplicarse sólo a obras de paso que soportan vías de velocidades no superiores a 200 km/h.

La estructura se califica como “apta” si se verifica que:

$$S_d \leq R_d$$

Para la deducción de las envolventes solicitantes S_d , se plantean las siguientes combinaciones de acciones:

Combinación 1: Máxima sobrecarga vertical y acciones variables longitudinal y transversal concomitantes;

Combinación 2: Máxima acción longitudinal debida a las sobrecargas, con mínimas acción vertical y sobrecarga transversal concomitantes;

Combinación 3: Máxima acción transversal y mínimas sobrecargas verticales y longitudinales;

En el cuadro M.5.2.a se resumen los coeficientes de combinación ψ que deben usarse:

Cuadro M.5.2.a: Coeficientes de combinación ψ .

	Combinación 1	Combinación 2	Combinación 3
Componentes de la acción del tren	Máxima acción vertical + acciones longitudinales y transversales, concomitantes	Máxima acción longitudinal + acciones verticales y transversales, concomitantes	Máxima acción transversal + acciones verticales y longitudinales, concomitantes
Vertical, según la definición del tren	1,0	0,5	0,5
Longitudinal (arranque y frenado)	1,0 (0)	1,0	0,5 (0)
Transversal (lazo y fuerza centrífuga)	1,0 (0)	0,5 (0)	1,0

Cada combinación será el resultado de la siguiente serie de sumas de productos (simbólicamente):

$$Q_d = \gamma_f \sum \psi_i \gamma_{fi} Q_{ki}$$

siendo:

Q_{ki} las cargas o los esfuerzos correspondientes al peso propio, cargas muertas, equipamiento, sobrecargas, etc.;

ψ_i el coeficiente de combinación correspondiente, según el cuadro M.5.2.a;

γ_{fi} el coeficiente de mayoración de acciones que se define en el cuadro M.5.2.b para cada tipo de acción.

γ_f el coeficiente de mayoración global aplicable sólo a los esfuerzos, no a las cargas, y que recoge las imprecisiones de los modelos de cálculo y la imprecisión de la geometría. Vale 1,1 para comprobaciones en ELU, y 1,0 para comprobaciones en ELS. Si, simultáneamente, la estructura tiene un esviaje menor que 25°, se hace un análisis estructural completo (elementos principales y secundarios) y se comprueban las dimensiones geométricas de las piezas durante la inspección, se puede tomar $\gamma_f=1,0$.

Cuadro M.5.2.b: Coeficientes de mayoración de acciones γ_{fi} .

Carga	Estado límite	Valor de γ_{fi} en cada combinación		
		Combinación 1	Combinación 2	Combinación 3
Cargas muertas propias				
Acero	ELU	1,05		
	ELS	1,0		
Hormigón, fábrica	ELU	1,15		
	ELS	1,0		
Cargas muertas sobrepuestas				
Balasto (notas 1 y 2)	ELU	1,75		
	ELS	1,2		
Vías (nota 3)	ELU	1,2		
	ELS	1,0		
Relleno	ELU	1,2		
	ELS	1,0		
Servicios	ELU	1,25		
	ELS	1,0		
Sobrecargas gravitatorias				
Tren de referencia en estudio	ELU	1,4	1,2	1,2
	ELS	1,1	1,0	1,0
Meteorológicas				
Viento	ELU		1,1	
	ELS		1,0	
Temperatura	ELU			1,3
	ELS			1,0

Notas:

- 1) Se puede tomar $\gamma_{fi} = 1,35$ en ELU y $\gamma_{fi} = 1,1$ en ELS si la profundidad del balasto está inequívocamente controlada por la geometría de la estructura.

- 2) El balasto situado a más de 0,30 m por debajo de la cara inferior de las traviesas se considerará relleno. El balasto situado entre traviesas y lateralmente en una distancia de 0,30 m se considerará parte de la vía.
- 3) La vía incluye los carriles, las sujeciones, las traviesas y el balasto entre traviesas y en una distancia lateral a ambos lados de 0,30 m.

Para la deducción de las capacidades resistentes R_d se pueden utilizar los criterios contenidos en las Instrucciones de materiales estructurales, EHE-08 (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural) ó la Instrucción EAE (Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural), con arreglo al siguiente planteamiento:

$$R_d = R_k \left(\frac{f_k}{\gamma_m \gamma_f} \right)$$

Siendo f_k la resistencia característica (o nominal) de cada material objeto de comprobación, γ_m el coeficiente de minoración correspondiente y γ_f toma el valor indicado más arriba.

En la comprobación de estructuras de acero en ELS, se tomará $\gamma_m = 1,0$. En ELU se tomará $\gamma_m = 1,05$ en general, tomándose 1,20 en comprobaciones de rigidizadores en compresión.

En estructuras de hormigón, se tomará $\gamma_m = 1,0$ tanto para el acero como para el hormigón en ELS. En ELU, se adoptarán los siguientes valores de γ_m aplicables a la resistencia característica:

Armaduras activas o pasivas:	$\gamma_m = 1,15$
Hormigón en compresión:	$\gamma_m = 1,50$
Hormigón en cortante:	$\gamma_m = 1,25$
Adherencia hormigón-acero:	$\gamma_m = 1,40$

M.5.3. Nivel 3. Tren de referencia en estudio y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con datos de materiales actualizados tras una inspección especial

Es de uso frecuente en la comprobación de estructuras existentes tras la realización de inspecciones especiales (determinación de las características resistentes de los materiales mediante extracción de probetas, en combinación con métodos no destructivos), auscultaciones (caracterización

dinámica) o pruebas de carga. La aplicación de este procedimiento requiere del conocimiento completo de la geometría y del armado de las piezas de hormigón, o del reconocimiento completo de la estructura metálica.

La estructura se califica como “apta” si se verifica que

$$S_d \leq R_d$$

El formato de seguridad será el semiprobabilista ya descrito en M.5.3, con coeficientes parciales ya calibrados, o bien el semiprobabilista que resulta de una calibración de acciones y, sobre todo, resistencias y geometría, aplicando unos coeficientes parciales que den lugar, globalmente, a la misma fiabilidad β .

M.5.4. Nivel 4. Tren de referencia en estudio, materiales actualizados tras inspección especial y planteamiento probabilista

Se basa en el mismo criterio de análisis de la condición $S_d \leq R_d$.

Este nivel de análisis estructural es el más sofisticado y de gran complejidad, en la medida en que es preciso recopilar una gran cantidad de información relativa a la geometría y a las características de los materiales, proceso constructivo original, así como, en su caso, intervenciones posteriores de reparación o refuerzo. Exige conocer, obviamente, parámetros estadísticos como medias y desviaciones típicas de las variables en juego.

M.6. VALIDACIÓN CUALITATIVA

En el caso de algunos tipos de obras de paso para los que no existen procedimientos sancionados para el análisis estructural cuantitativo y no se requieran incrementos significativos de prestaciones, cabe la posibilidad de llevar a cabo un análisis cualitativo si las estructuras han exhibido un comportamiento previo positivo. Ejemplos de estructuras o elementos de este tipo son tímpanos, bovedillas entre vigas principales, obras de paso de luz moderada (hasta unos 4 m) construidas en fábrica de piedra, subestructuras y cimentaciones. Los requisitos que deben exigirse para una validación cualitativa son:

- Que la estructura haya exhibido un comportamiento satisfactorio a lo largo de un tiempo suficiente (al menos 5 años) desde la última reparación, refuerzo o modificación;

- Que la inspección principal, especialmente detallada, no revele daños o deterioros significativos;
- Que la inspección detallada permita confirmar su esquema estático;
- Que el previsible deterioro de la estructura no ponga en peligro la seguridad estructural, al menos hasta la siguiente inspección principal programada; y
- Que no se prevean modificaciones significativas en los trenes de carga o, en general, en las solicitudes o condiciones de exposición.

De la validación cualitativa de la estructura se dejará constancia escrita y firmada por el ingeniero autor de la misma, en un informe que al menos reflejará expresamente que se satisfacen los requisitos enunciados.

M.7. CONSIDERACIONES ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA EL COMPORTAMIENTO EN SERVICIO

Las comprobaciones de aceleraciones verticales y alabeo deberán realizarse en el contexto del análisis general ya descrito en M.5 y según lo recogido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

ANEXO N. REQUISITOS DE CONTROL-MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Estos requisitos serán objeto de una futura Instrucción del subsistema de Control-Mando y Señalización.

Detectores de caída de objetos, (DCO)

Los nuevos pasos superiores, o los existentes situados en líneas que sean objeto de acondicionamiento, donde puedan circular vehículos de carretera y las bocas de túnel donde exista riesgo de desprendimiento deberán dotarse de un sistema de detección automática de caída de objetos a vía, en los lugares en que la velocidad máxima sea igual o superior a 200 km/h, y en aquellas líneas clasificadas en los tipos A, B y C1 de acuerdo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario. Igualmente las líneas cuya velocidad de circulación sea superior a 200 km/h deberán contar con estos equipos, para lo cual los administradores de infraestructura deberán planificar las actuaciones precisas, en los plazos que permita la disponibilidad presupuestaria.

El sistema de detección deberá ser capaz de discriminar el objeto por peso y por tamaño, pudiendo al menos detectar los objetos de más de 500 kg de peso y de volumen superior a un metro cúbico.

El sistema deberá enviar las alarmas al Centro de Control de Tráfico. A cada detector podrá ir asociada una cámara móvil, que servirá para verificar a distancia la gestión de la alarma. Adicionalmente, se estudiará la posibilidad de relacionar el sistema de detección automática de caída de objetos a la vía con la señalización ferroviaria en aquellos casos en que las instalaciones lo hagan viable.

Adicionalmente, el promotor del paso superior realizará un proceso de gestión del riesgo conforme a los métodos comunes de seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013 modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015) respecto de los peligros de caída de personas o vehículos a las vías del ferrocarril, sin perjuicio de la implantación de las medidas contempladas en este apartado.

Centro de Control de Protección y Seguridad

Para la correcta gestión de las instalaciones de protección y seguridad de los túneles, los sistemas serán telemandados mediante sistemas geográficos, desde los Centros de Control de Protección y Seguridad, que el administrador de la infraestructura dispondrá geográficamente, y que

operarán en coordinación con el Centro de Control de Tráfico correspondiente.

Localización de los trenes dentro de los túneles

Dentro de un túnel, un tren se localiza en un determinado punto kilométrico, mediante la comunicación del maquinista al Centro de Control de Tráfico del administrador de la infraestructura, por comunicación de interfonía, y mediante la ocupación del circuito de vía, con una precisión correspondiente a la longitud del circuito de vía.

Es necesaria la localización exacta de la posición del tren, para poder concatenar esta información con la posición de la salida o galería de evacuación, y poder determinar de inmediato las instalaciones más idóneas a utilizar.

Interrupción del tráfico en túneles

Las instalaciones de control-mando y señalización se diseñarán de modo que se permita interrumpir la circulación en el túnel en un plazo máximo en el entorno de 5 minutos de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.3.2.1 del presente libro.

ANEXO O. APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CAPÍTULO 4 A LAS LÍNEAS DE ANCHO MÉTRICO

En el presente anexo se definen para cada uno de los apartados del capítulo 4 los requisitos aplicables a las líneas con ancho métrico. Al final del título de cada apartado se incluye entre paréntesis el apartado correspondiente del capítulo 4 del presente libro.

En los casos en los que no se define un requisito por no ser de aplicación a las líneas de ancho métrico se considera “no procede”, mientras que en aquellos casos en los que no se ha definido un requisito se considera “cuestión pendiente”, en cuyo caso se considerarán los requisitos definidos por el promotor.

De acuerdo a lo indicado en el apartado b) del libro primero, se consideran para las líneas de ancho métrico, normas nacionales los requisitos de los parámetros definidos en las ETI, mientras que las instrucciones adicionales corresponderían a los siguientes casos:

- Parámetros no definidos en las ETI.
- Requisitos de parámetros de las ETI no definidos en las mismas.
- Cuestiones pendientes de los requisitos de los parámetros definidos en las ETI.

Para los apartados O.1 a O.6 del presente anexo:

- En los parámetros en los que se establezcan normas nacionales se hará una referencia al libro segundo del presente anexo.
- Siempre que se establezcan instrucciones adicionales para las cuestiones pendientes de los requisitos de los parámetros definidos en las ETI, se indicará en letra cursiva que la instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado correspondiente de la ETI.
- Siempre que se establezcan instrucciones adicionales para requisitos de parámetros incluidos en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Los parámetros no incluidos en las ETI se identificarán añadiendo a continuación del título en letra cursiva la advertencia “*parámetro no*

incluido en las ETI” e indicando a continuación que su contenido son instrucciones adicionales.

O.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA (4.1)

Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema de infraestructura son los requisitos que deben satisfacer los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan a dicho subsistema.

O.1.1. Categorías de línea (4.1.1)

Es de aplicación el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.1 del presente libro.

O.1.2. Parámetros característicos (4.1.2)

Es de aplicación el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.2 del presente libro.

O.1.2.1. Carga por eje y velocidad de la línea (4.1.2.1)

Es de aplicación el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura con las siguientes adaptaciones:

Se definen los códigos de tráfico P1000 para tráfico de viajeros y F1000 para tráfico de mercancías.

En los cuadros O.1.2.1.a y O.1.2.1.b se definen los valores de la carga por eje admisible y de la velocidad de la línea para los códigos de tráfico P1000 y F1000, respectivamente. Sin embargo, la información necesaria para definir la relación entre la carga por eje máxima y la velocidad máxima, según el tipo de vehículo, se recoge en el anexo D.

Cuadro O.1.2.1.a: Valores de los parámetros característicos carga por eje admisible y velocidad de la línea para el código de tráfico P1000.

Código de tráfico	Carga por eje admisible (t) ^{(1) (3)}	Velocidad de la línea (km/h) ⁽⁴⁾
P1000	16	50 - 100

Cuadro O.1.2.1.b: Valores de los parámetros característicos carga por eje admisible y velocidad de la línea para el código de tráfico F1000.

Código de tráfico	Carga por eje admisible (t) ^{(2) (3)}	Velocidad de la línea (km/h) ⁽⁴⁾
F1-1000	20	50 - 100
F2-1000	18	50 - 100
F3-1000	16	50 - 100

- (1) Esta carga por eje está basada en la masa de diseño en orden de trabajo para cabezas motrices y locomotoras, según lo definido en el apartado 2.1 de UNE-EN 15663 y en la masa de diseño bajo carga útil excepcional para otros vehículos según lo definido en el apéndice K de la ETI de infraestructura.
- (2) Esta carga por eje está basada en la masa de diseño en orden de trabajo para cabezas motrices y locomotoras, según lo definido en el apartado 2.1 de la UN-EN 15663, en la masa de diseño bajo carga útil excepcional para otros vehículos (excepto en el caso de los vagones) según lo definido en el apéndice K de la ETI de infraestructura y en la masa de diseño bajo carga útil normal en el caso de los vagones de acuerdo con la tabla 5 de UNE-EN 15663.
- (3) Para las estructuras, la carga por eje por sí misma no es suficiente para definir los requisitos sobre la infraestructura. Los requisitos para las estructuras nuevas se especifican en los apartados 4.1.4.5.1 a 4.1.4.5.8 y para las estructuras existentes en el apartado 4.1.4.5.9.
- (4) Se considera velocidad de la línea a la velocidad máxima para la que se ha diseñado la línea, para la cual se cumplen los requisitos definidos en la presente instrucción y que, por tanto, da lugar a una infraestructura que no impone restricciones operacionales a aquel material, conforme a la normativa nacional de material rodante que le sean de aplicación, que sea compatible con la misma.

O.1.2.2. Longitud útil de andén y longitud permitida del tren (4.1.2.3)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.1 de la ETI de infraestructura.

O.1.3. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.3)

Es de aplicación el apartado 4.1.3 del presente libro.

O.1.4. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.4)

El apartado 4.2.2.2 de la ETI de infraestructura es una norma nacional.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4 del presente libro.

Los valores especificados de los parámetros funcionales y técnicos sólo son válidos hasta una velocidad máxima de la línea de 100 km/h.

O.1.4.1. Trazado de las líneas (4.1.4.1)

Es de aplicación el apartado 4.1.4.1 del presente libro.

O.1.4.1.1. Gálibo de implantación de obstáculos (4.1.4.1.1)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.3.1 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.1 del libro segundo.

O.1.4.1.2. Distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2)

Líneas nuevas

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.3.2 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.2 del libro segundo.

Líneas acondicionadas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.2 de la ETI de infraestructura:

La distancia horizontal entre ejes de vía, en plena vía, será de 3,5 m, si bien se admitirá un valor inferior siempre y cuando se demuestre la seguridad de la circulación de los trenes, comprobando que se cumple al menos el entreje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

O.1.4.1.3. Pendientes máximas (4.1.4.1.3)

a) Pendientes máximas

Líneas nuevas

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.3.3 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.3 del libro segundo.

Líneas acondicionadas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.3 de la ETI de infraestructura:

No se especifican valores de las pendientes para las líneas acondicionadas, ya que las rampas se determinan a partir de la situación que presente la línea considerada.

En el caso de líneas de tráfico de mercancías y tráfico mixto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Para el diseño de variantes, las pendientes a adoptar no serán superiores a las pendientes del corredor en que se ubican. En la medida de lo posible, se utilizarán los parámetros antes citados para líneas nuevas, previo análisis de la viabilidad de la aplicación de estos parámetros en la totalidad del corredor.
- Si como resultado de este análisis, se concluyera la inviabilidad del diseño con estos parámetros, deberán analizarse las repercusiones que tendría un aumento de las pendientes, teniendo en cuenta las características límite de tracción y frenado del material rodante, establecidas en la normativa nacional de material rodante. En este caso

la Autoridad Ferroviaria deberá autorizar la correspondiente excepción motivada.

b) Pendientes mínimas

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3.3 de la ETI de infraestructura:

La pendiente mínima en túneles se define en el apartado 4.1.4.9 del presente libro.

La pendiente mínima en tramos en desmonte será aquella que garantice un drenaje por gravedad con pendiente longitudinal no inferior a 5 mm/m.

O.1.4.1.4. Radio mínimo de las alineaciones circulares, (R) (4.1.4.1.4)

a) En vía general

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.3.4 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.4 del libro segundo.

b) En andenes

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.9.4 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.1.5. Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v) (4.1.4.1.5)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.3.5 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.2. Parámetros de vía (4.1.4.2)

O.1.4.2.1. Ancho de vía (4.1.4.2.1)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.1 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.5 del libro segundo.

O.1.4.2.2. Peralte, (D) (4.1.4.2.2)

Además de expresar el peralte en mm, se admitirá también la posibilidad de medirlo mediante la inclinación del plano de rodadura respecto de la horizontal, expresado en %.

a) En plena vía

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.2 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.6 del libro segundo.

b) En aparatos de vía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.2 de la ETI de infraestructura:

Salvo casos excepcionales debidamente justificados, en el diseño se evitará la instalación de aparatos de vía en vías peraltadas.

El peralte máximo excepcional en aparatos de vía es una cuestión pendiente

c) En andenes

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.2 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.6 del libro segundo.

O.1.4.2.3. Variación del peralte en función del tiempo, (dD/dt) (4.1.4.2.3) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La variación del peralte con respecto al tiempo deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta D \cdot V}{3,6 \cdot L_D} \leq \left(\frac{dD}{dt} \right)_{\text{lim}}$$

siendo:

dD/dt : Variación del peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

ΔD : Variación del peralte, (mm).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_D : Longitud de la transición del peralte, (m).

La variación del peralte en función del tiempo será de 35mm/s como valor límite normal y de 45 mm/s como valor límite excepcional.

O.1.4.2.4. Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte), (dD/ds) (4.1.4.2.4) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La variación del peralte con respecto a la longitud deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_D} \leq \left(\frac{dD}{ds} \right)_{\text{lim}}$$

siendo:

ΔD : Variación del peralte, (mm).

L_D : Longitud de la transición del peralte, (m).

El valor límite normal de la rampa de peralte será de 2,0 mm/m y el límite excepcional de 2,5 mm/m.

O.1.4.2.5. Aceleración por insuficiencia de peralte (4.1.4.2.5)

- a) Aceleración por insuficiencia de peralte en plena vía y en vía directa a través de aparatos de vía, (a).

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.3 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.7 del libro segundo.

- b) Discontinuidad en la aceleración por insuficiencia de peralte en plena vía y en vía desviada de los aparatos de vía, (Δa)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.4.4 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.2.6. Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte en función del tiempo, (da/dt) (4.1.4.2.6) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales son una cuestión pendiente.

O.1.4.2.7. Aceleración por exceso de peralte, (a_E) (4.1.4.2.7) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

El valor límite normal de la aceleración por exceso de peralte será de $0,65 \text{ m/s}^2$ (70 mm) y el límite excepcional de $0,74 \text{ m/s}^2$ (80 mm).

O.1.4.2.8. Conicidad equivalente (4.1.4.2.8)

a) Valores de diseño de la conicidad equivalente

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.4.5 de la ETI de infraestructura.

b) Valores en servicio de la conicidad equivalente

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.11.2 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.2.9. Perfil de la cabeza de carril (4.1.4.2.9)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.6 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.8 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.2.9 del presente libro.

O.1.4.2.10. Inclinación del carril (4.1.4.2.10)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.4.7 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.9 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.2.10 del presente libro.

O.1.4.2.11. Longitud mínima de las curvas de transición y de las alineaciones de curvatura constante (4.1.4.2.11) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Longitud mínima de las curvas de transición

La longitud mínima de la transición lineal del peralte deberá cumplir las dos siguientes ecuaciones:

$$L_D \geq \Delta D \left(\frac{dD}{ds} \right)_{\text{lim}}^{-1} \text{ [m]}$$

$$L_D \geq \frac{V}{3,6} \Delta D \left(\frac{dD}{dt} \right)_{\text{lim}}^{-1} \text{ [m]}$$

siendo:

ΔD : Variación del peralte, (mm).

dD/dt : Variación del peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_D : Longitud de la transición del peralte, (m).

La longitud mínima de la curva de transición deberá cumplir la siguiente ecuación:

$$L_K \geq \frac{V}{3,6} \Delta I \left(\frac{dI}{dt} \right)_{\text{lim}}^{-1} \text{ [m]}$$

siendo:

ΔI : Variación de la insuficiencia de peralte, (mm).

dI/dt : Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, (mm/s).

V : Velocidad máxima de trayecto, (km/h).

L_K : Longitud de la curva de transición, (m).

b) Longitud mínima de las alineaciones de curvatura constante

b.1) Longitud de alineaciones con peralte constante entre dos transiciones lineales de peralte (L_i)

Para el caso de alineación circular comprendida entre dos clotoides, con su peralte correspondiente, se puede aceptar excepcionalmente un desarrollo nulo, si bien es preferible respetar los valores del cuadro O.1.4.2.11. Para el caso de curva y contracurva, si no es posible conseguir la longitud mínima recomendada, es preferible enlazarlas sin tramo recto entre ellas, con las clotoides correspondientes unidas en sus orígenes (curvatura nula). En este caso, la longitud de alineación de curvatura (y de peralte) constante entre transiciones de peralte sería nula.

Cuadro O.1.4.2.11: Longitud mínima de peralte constante entre transiciones lineales de peralte.

Longitud de peralte constante entre transiciones lineales de peralte (m) ⁽¹⁾	
Límite normal	Límite excepcional
V/3	V/5
⁽¹⁾ Se recomienda además que la longitud (L_v) no sea inferior a 20 m.	

b.2) Longitud mínima entre puntos de tangencia de dos cambios bruscos de insuficiencia de peralte

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado I.1 del presente libro.

O.1.4.2.12. Longitud mínima de las alineaciones verticales, (L_v) (4.1.4.2.12) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Tramos de pendiente constante

La longitud mínima para tramos de pendiente constante deberá cumplir con los valores indicados en el cuadro O.1.4.2.12 a.

Cuadro O.1.4.2.12 a: Longitud mínima de alineaciones con pendiente constante.

Longitud de alineaciones con pendiente constante (m) ⁽¹⁾	
Límite normal	Límite excepcional
V/3	V/5

⁽¹⁾ Se recomienda además que la longitud (L_i) no sea inferior a 20 m.

b) Acuerdos verticales

La longitud de los acuerdos verticales depende del radio del acuerdo y de la variación de la rasante media en radianes:

$$L_v = R_v \cdot \theta$$

siendo:

L_v : Longitud del acuerdo vertical, (m).

R_v : Radio del acuerdo vertical, (m).

θ : Variación de la rasante en radianes, (rad).

La longitud mínima de los acuerdos verticales deberá cumplir asimismo con los valores mínimos absolutos de diseño indicados en el cuadro O.1.4.2.12 b.

Cuadro O.1.4.2.12 b: Longitud mínima de los acuerdos verticales.

Longitud mínima de los acuerdos verticales (m)		
Vías fuera del dominio de las estaciones (valor límite normal y excepcional)		20
Vías generales de estaciones (valor límite normal)		20
Vías de apartado de estaciones y vías generales (casos excepcionales)	$V \leq 70$ km/h	0
	$70 < V \leq 100$ km/h	10

O.1.4.3. Aparatos de vía (4.1.4.3)

O.1.4.3.1. Dispositivos de encerrojamiento (4.1.4.3.1) (*parámetro no incluido en la ETI de infraestructura*)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.3.1 del presente libro.

O.1.4.3.2. Uso de corazones de punta móvil (4.1.4.3.2)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.5.2 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.3.3. Geometría de diseño de los aparatos de vía (4.1.4.3.3)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.5.1 de la ETI de infraestructura:

- Los cambios de los aparatos de vía dispondrán de aguja tangente en líneas nuevas y acondicionadas, si bien en casos justificados se admitirán agujas secantes (por ejemplo en el caso de que la velocidad sea reducida o existan dificultades de encaje geométrico).

O.1.4.3.4. Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija (4.1.4.3.4)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.5.3 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.4. Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas (4.1.4.4)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.6 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.10 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.4 del presente libro.

O.1.4.5. Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico (4.1.4.5)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.7 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.11 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.5 del presente libro.

O.1.4.6. Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (4.1.4.6)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.8 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.7. Andenes (4.1.4.7)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.7 del presente libro.

O.1.4.7.1. Acceso al andén (4.1.4.7.1) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

No procede.

O.1.4.7.2. Longitud útil de andén (4.1.4.7.2)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.9.1 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.7.3. Anchura y borde de los andenes (4.1.4.7.3)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.12 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida se definen en el apartado 2.2.23 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.7.3 del presente libro.

O.1.4.7.4. Extremos de los andenes (4.1.4.7.4)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.13 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida se definen en el apartado 2.2.24 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.7.4 del presente libro.

O.1.4.7.5. Altura de andén (4.1.4.7.5)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.9.3 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.12 del libro segundo.

O.1.4.7.6. Separación de andén (4.1.4.7.6)

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.9.3 de la ETI de infraestructura.

O.1.4.7.7. Cruces de vía en andenes para viajeros (4.1.4.7.7)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.15 de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida se definen en el apartado 2.2.25 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.7.7 del presente libro.

O.1.4.8. Salud, Seguridad y Medio Ambiente (4.1.4.8)

O.1.4.8.1. Límites de ruido y de vibración, y medidas de atenuación (4.1.4.8.1) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.8.1 del presente libro.

O.1.4.8.2. Resistencia eléctrica de la vía (4.1.4.8.2) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.8.2 del presente libro.

O.1.4.8.3. Efecto de los vientos transversales (4.1.4.8.3)

No procede.

O.1.4.8.4. Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas (4.1.4.8.4) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.8.4 del presente libro.

O.1.4.8.5. Evacuación fuera de los túneles (4.1.4.8.5) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura y de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.8.5 del presente libro.

O.1.4.8.6. Levante de balasto (4.1.4.8.6)

No procede.

O.1.4.8.7. Detectores de cajas de grasa calientes (4.1.4.8.7) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.8.7 del presente libro.

O.1.4.9. Seguridad en los túneles ferroviarios (4.1.4.9)

El apartado 4.2 de la ETI de seguridad en túneles es una norma nacional.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9 del presente libro.

O.1.4.9.1. Efecto pistón en las estaciones subterráneas (4.1.4.9.1) (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)

No procede.

O.1.4.9.2. Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión (4.1.4.9.2)

No procede.

O.1.4.9.3. Sección transversal del túnel (4.1.4.9.3) (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.3 del presente libro.

O.1.4.9.4. Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas (4.1.4.9.4)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.1 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.26 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.4 del presente libro.

O.1.4.9.5. Protección y seguridad contra incendios (4.1.4.9.5)

Las normas nacionales en relación con los apartados 4.2.1.2, 4.2.1.3 y 4.2.1.4 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.27 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.5 del presente libro.

O.1.4.9.6. Rutas de evacuación hacia zonas seguras (4.1.4.9.6)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.5.2 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.28 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.6 del presente libro.

O.1.4.9.7. Zonas seguras y acceso a las mismas (4.1.4.9.7)

Las normas nacionales en relación con los apartados 4.2.5.1, 4.2.5.2 y 4.2.5.3 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.29 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.7 del presente libro.

O.1.4.9.8. Pasillos de evacuación en túneles (4.1.4.9.8)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.6 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.30 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.8 del presente libro.

O.1.4.9.9. Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación (4.1.4.9.9)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.5.4 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.31 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.9 del presente libro.

O.1.4.9.10. Señalización de la evacuación (4.1.4.9.10)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.5.5 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.32 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.10 del presente libro.

O.1.4.9.11. Comunicación de emergencia (4.1.4.9.11)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.8 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.33 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.11 del presente libro.

O.1.4.9.12. Acceso para los servicios de intervención en emergencias (4.1.4.9.12) (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.12 del presente libro.

O.1.4.9.13. Puntos de lucha contra incendios (4.1.4.9.13)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.34 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.13 del presente libro.

O.1.4.9.14. Zonas de rescate fuera del túnel (4.1.4.9.14)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.7 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.35 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.14 del presente libro.

O.1.4.9.15. Suministro de agua (4.1.4.9.15)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.15 del presente libro.

O.1.4.9.16. Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias (4.1.4.9.16)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.9 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.36 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.16 del presente libro.

O.1.4.9.17. Fiabilidad de las instalaciones eléctricas (4.1.4.9.17)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.10 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.36 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.9.17 del presente libro.

O.1.4.9.18. Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores (4.1.4.9.18)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.1.11 de la ETI de seguridad en túneles se definen en el apartado 2.2.37 del libro segundo.

O.1.4.10. Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario (4.1.4.10)

O.1.4.10.1. Marcadores de localización (4.1.4.10.1)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.11.1 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.13 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.10.1 del presente libro.

O.1.4.10.2. Longitud de las vías de estacionamiento y otras zonas de muy baja velocidad (4.1.4.10.2) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.10.2 del presente libro.

O.1.4.10.3. Toperas (4.1.4.10.3) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.10.2 del presente libro.

O.1.4.11. Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes

Este apartado señala los elementos de infraestructura del subsistema de mantenimiento precisos para el servicio de los trenes.

O.1.4.11.1. Instalaciones de cambio de ancho (4.1.4.11.1)

No procede.

O.1.4.11.2. Descarga de aseos (4.1.4.11.2)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.12.2 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.14 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.11.2 del presente libro.

O.1.4.11.3. Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes (4.1.4.11.3)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.13.3 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.15 del libro segundo.

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12.3 de la ETI de infraestructura:

- Las estaciones de lavado de trenes se construirán sobre vía sin balasto, de manera que el agua procedente del lavado sea recogida y dirigida a un punto específico, para su posterior evacuación.
- Las estaciones de lavado de trenes situadas bajo catenaria serán conformes al apartado 4.1.2.7 del libro tercero de la Instrucción para el proyecto y construcción del subsistema de energía ferroviaria (IFE) (apéndice II de la presente Orden).

O.1.4.11.4. Aprovechamiento de agua (4.1.4.11.4)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.12.4 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.16 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.11.4 del presente libro.

O.1.4.11.5. Repostaje de combustible (4.1.4.11.5)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.12.5 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.17 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.11.5 del presente libro.

O.1.4.11.6. Tomas de corriente eléctrica (4.1.4.11.6)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.2.12.6 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.18 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.11.6 del presente libro.

O.2. NORMAS DE EXPLOTACIÓN (4.3)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.4 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.19 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.3 del presente libro.

O.3. MANTENIMIENTO DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA (4.4)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.5 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.20 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.4 del presente libro.

O.4. COMPETENCIAS PROFESIONALES (4.5)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.6 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.21 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.5 del presente libro.

O.5. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD (4.6)

Las normas nacionales en relación con el apartado 4.7 de la ETI de infraestructura se definen en el apartado 2.2.22 del libro segundo.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.6 del presente libro.

O.6. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA (4.7) *(parámetro no incluido en la ETI de infraestructura)*

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.7 del presente libro.

BORRADOR

ANEXO P. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN TOTAL EN ESTACIONES FERROVIARIAS DE VIAJEROS

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.8.5 del presente libro.

P.1. DATOS PREVIOS

Según lo definido en el artículo 3 de la ley 38/2015 de 29 de septiembre del sector ferroviario (LSF), las estaciones ferroviarias de viajeros están constituidas, entre otras instalaciones, por los andenes de viajeros, los edificios utilizados por el servicio de las infraestructuras, las instalaciones destinadas a la recaudación de las tarifas de transporte, así como las destinadas a atender las necesidades de los viajeros.

En el apartado 1.1. *Ámbito de aplicación* del presente libro, se establece que *“esta Instrucción no es de aplicación a las estaciones de ferrocarril, salvo a los andenes establecidos para el acceso de los viajeros a los trenes desde la estación”*, pero resulta necesario tener en cuenta que las estaciones de ferrocarril, en tanto que edificaciones, están también reguladas por la *Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE)* y por el *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y revisiones posteriores, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE)*.

El Documento Básico *SI 3. Evacuación de ocupantes* del CTE establece en su apartado 2. *Cálculo de la ocupación* los valores de densidad de ocupación a considerar para los diferentes usos comprendidos en una terminal de transporte, no incluyendo de forma expresa la ocupación en los andenes. Sin embargo, queda fuera de su ámbito de aplicación definir la ocupación de los trenes cuya evacuación debe realizarse a través de los andenes de la estación.

P.2. OBJETO

El presente Anexo complementa los criterios para el cálculo de ocupación definidos en el CTE en su ámbito de aplicación, con el objeto de definir un procedimiento normalizado para el cálculo de la ocupación total en estaciones ferroviarias de viajeros que sirva como base, tanto para el estudio de la evacuación al que se refiere el apartado 4.1.4.8.5 del presente libro, como para el análisis de la necesidad de elaborar un Plan de

Autoprotección, de acuerdo al *Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo*, y su normativa autonómica de desarrollo.

P.3. DEFINICIONES

- Evacuación: Acción de traslado planificado de las personas afectadas por una emergencia a un lugar seguro.
- Emergencia (o situación de emergencia): Circunstancia que se presenta cuando se materializa un riesgo, o este alcanza un nivel inaceptable desde el punto de vista de la seguridad y la protección, de las personas, la actividad de la empresa, su patrimonio, y/o el medio ambiente, y que exige para su gestión de la adopción de medidas extraordinarias, eficientes y coordinadas por parte del administrador de infraestructura.
- Lugar seguro: Lugar en el que no existe el riesgo que causa la necesidad de llevar a cabo una evacuación y que, además, cumple unas determinadas condiciones de seguridad y accesibilidad para las personas evacuadas y para los medios que las atienden.

El lugar seguro deberá cumplir las condiciones que exige el documento básico SI.3 del CTE para el espacio exterior seguro, si bien en el caso de las estaciones subterráneas se admitirá la existencia de zonas seguras de acuerdo al apartado 4.1.4.9.7 del presente libro, previas al espacio exterior seguro.

- Ocupación: Cálculo teórico del número de personas que puede contener un edificio, espacio, establecimiento, recinto, instalación o dependencia, en función de la actividad o uso que en él se desarrolle.
- Vías Generales (en estación): A los únicos efectos del cálculo de ocupación en estaciones, serán aquellas vías de circulación ferroviaria en las que la circulación pueda entrar simultáneamente en una estación en el sentido normal de circulación.
- Longitud útil de andén: Longitud continua máxima de aquella parte del andén destinada a la parada de trenes en condiciones normales de servicio, para el embarque y desembarque de viajeros, dejando el oportuno margen para tener en cuenta las tolerancias para la parada (según Anexo A. Glosario y apartado 4.1.4.7.2. del presente libro)

- Superficie útil de andén: Superficie de andén ocupado por los viajeros en la longitud máxima del tren. En ningún caso podrá ser inferior a la longitud útil del andén, por la anchura del mismo.

P.4. PROCEDIMIENTO GENERAL DE CÁLCULO

Se define el siguiente procedimiento de cálculo para su aplicación a estaciones ferroviarias de viajeros.

$$O_{\text{TOTAL}} = O_{\text{EDIFICACIÓN}} + O_{\text{ANDENES}} + O_{\text{TRENES}}$$

O_{TOTAL} : Ocupación total de la estación

$O_{\text{EDIFICACIÓN}}$: Ocupación de las edificaciones.

O_{ANDENES} : Ocupación de los andenes.

O_{TRENES} : Ocupación total de los trenes, considerando los distintos tipos de tráfico ferroviario que puedan circular simultáneamente por la estación.

a) Ocupación de las edificaciones

La ocupación de las edificaciones ($O_{\text{EDIFICACIÓN}}$) se realizará según los criterios definidos en la *Tabla 2.1. Densidades de ocupación del apartado 2. Cálculo de la ocupación del Documento Básico SI 3. Evacuación de ocupantes del CTE.*

b) Ocupación de los andenes

La ocupación de los andenes se calculará de forma individual para cada andén.

$$O_{\text{ANDENES}} = O_{\text{Andén},1} + O_{\text{Andén},2} + \dots + O_{\text{Andén},n}$$

Para la obtención del máximo número de viajeros que pueden estar esperando simultáneamente en un andén, en el cálculo de ocupación, se aplicará la siguiente metodología:

- b.1) Estaciones con menos de 2 millones de viajeros subidos y bajados al año, así como las de uso exclusivo de cercanías de menos de 10.000 viajeros subidos y bajados al día (en base a datos oficiales del operador o a la estimación de demanda en estaciones nuevas).**

Este apartado es de aplicación a estaciones nuevas así como ampliación, modificación, reforma o rehabilitación de estaciones existentes.

La ocupación de los andenes ($O_{ANDÉN}$) se realizará aplicando a la totalidad de la superficie útil del andén la densidad de 1 persona/10 m² definida para el uso *Zonas de público en terminales de transporte*, *Tabla 2.1. Densidades de ocupación* del apartado 2. *Cálculo de la ocupación* del Documento Básico *SI 3. Evacuación de ocupantes* del CTE.

Se considerará una ocupación de 1 persona/10 m² sin perjuicio de que en casos debidamente justificados resulte necesario proceder como se indica en el apartado b.2.

En el caso de que en alguna estación no estén disponibles datos actualizados de viajeros subidos y bajados, se procederá también como en las estaciones del punto b.2.

b.2) Estaciones con más de 2 millones de viajeros subidos y bajados al año, así como las de uso exclusivo de cercanías de más de 10.000 viajeros subidos y bajados al día (en base a datos oficiales del operador o a la estimación de demanda en estaciones nuevas).

- **Estaciones nuevas:**

Se incluirá en el estudio informativo, o en el proyecto constructivo cuando la estación no se haya incluido en un estudio informativo, una estimación del máximo número de viajeros que pueden estar esperando simultáneamente en el andén en condiciones de explotación normal.

- **Ampliación, modificación, reforma o rehabilitación de estaciones existentes:**

Este apartado será de aplicación únicamente en el caso de que las modificaciones introducidas alteren la ocupación o las condiciones de evacuación.

En los andenes especializados con servicio exclusivo de alta velocidad y con control de accesos se considerará una ocupación de 1 persona/10 m², sin perjuicio de que en casos debidamente justificados resulte necesario proceder como se indica en el párrafo siguiente.

En el resto de los andenes el número máximo de viajeros que suben al tren se obtendrá a partir de conteos.

Tanto para estaciones nuevas como remodeladas, si el valor de la ocupación estimada o calculada resultara inferior a 1 persona/10 m², entonces se tomará 1 persona/10 m² como valor de la ocupación de ese andén ($O_{ANDÉN}$).

c) Ocupación de los trenes

La ocupación de los trenes (O_{TRENES}) tendrá en cuenta los distintos tipos de tráfico ferroviario que puedan circular simultáneamente por la estación, diferenciando entre servicios de cercanías y el resto de servicios de media y larga distancia (incluyendo los de Alta Velocidad).

$$O_{TRENES} = O_{MLDIST} + O_{CERC}$$

Ocupación total de los trenes

$$O_{MLDIST} = V_{GEN,MLDIS} * O_{MÁXTREN}$$

Ocupación trenes en servicios de media y larga distancia

$$O_{CERC} = V_{GEN,CERC} * O_{MÁXTREN} * C$$

Ocupación trenes en servicios de cercanías

En todos los casos, la ocupación total de los trenes se calculará multiplicando el número de vías generales (V_{GEN}) de la estación adscritas a los mismos, por la capacidad máxima del tipo de tren de mayor aforo susceptible de circular por ellas ($O_{MÁXTREN}$), de acuerdo con la documentación técnica del vehículo facilitada por la empresa ferroviaria que opere dicho tren.

En el caso de los servicios de cercanías, se multiplicará la capacidad máxima así calculada por un coeficiente corrector (C). El valor del coeficiente corrector es una cuestión pendiente.

APENDICE II

Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE)

INDICE

LIBRO PRIMERO: CONSIDERACIONES GENERALES	377
a) Antecedentes legales	377
b) Objeto de la instrucción	378
c) Componentes de interoperabilidad.....	379
d) Verificación del subsistema.....	380
e) Estrategia de implementación	380
LIBRO SEGUNDO: NORMAS NACIONALES EN EL ÁMBITO DE LA DIRECTIVA 2016/797	381
1. INTRODUCCIÓN	381
2. NORMAS NACIONALES.....	382
2.1. GEOMETRÍA DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO.....	382
LIBRO TERCERO. INSTRUCCIONES ADICIONALES	384
1. INTRODUCCIÓN	384
1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN	384
1.2. CONTENIDO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN.....	384
1.3. OTRA NORMATIVA DE APLICACIÓN AL SUBSISTEMA ENERGÍA.....	385
2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	386
2.1. DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.....	386
2.2. PARTES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	386
3. REQUISITOS ESENCIALES	388
3.1. INTRODUCCIÓN	388
3.2. CLASIFICACIÓN.....	388
3.3. VERIFICACIÓN	388
4. ESPECIFICACIONES PARA LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	389
4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA..	391
4.1.1. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía	391
4.1.2. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía	393
4.1.2.1. Alimentación eléctrica.....	394

4.1.2.1.1. Tensión y frecuencia.....	394
4.1.2.1.2. Rendimiento del sistema de alimentación y potencia instalada	394
4.1.2.1.2.1. Corriente máxima del tren	394
4.1.2.1.2.2. Factor de potencia y tensión útil media.....	395
4.1.2.1.3. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo.....	395
4.1.2.1.4. Frenado de recuperación	395
4.1.2.1.5. Medidas de coordinación de la protección eléctrica.....	395
4.1.2.1.6. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.....	395
4.1.2.1.7. Compatibilidad electromagnética. Efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c. (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>).....	396
4.1.2.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente.....	399
4.1.2.2.1. Geometría de la línea aérea de contacto.....	399
4.1.2.2.1.1. Altura del hilo de contacto	399
4.1.2.2.1.2. Desviación lateral del hilo de contacto	401
4.1.2.2.1.3. Variación de la altura del hilo de contacto (parámetro no incluido en la ETI)	401
4.1.2.2.1.4. Altura mínima de diseño ($HCW_{d,min.}$) y altura mínima ($HCW_{min.}$) del hilo de contacto ($HCW_{min.}$)	402
4.1.2.2.2. Gálibo del pantógrafo.....	405
4.1.2.2.3. Fuerza de contacto estática (parámetro no incluido en la ETI)	407
4.1.2.2.4. Fuerza de contacto media	407
4.1.2.2.5. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	407
4.1.2.2.6. Separación entre pantógrafos utilizada para el diseño de la línea aérea de contacto.....	409
4.1.2.2.7. Material del hilo de contacto	409
4.1.2.2.8. Secciones de separación de fases	409
4.1.2.2.9. Secciones de separación de sistemas	410
4.1.2.2.10. Línea aérea de contacto. Calentamiento de los conductores	410
4.1.2.2.11. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>)	410

4.1.2.2.12. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto de corriente alterna contiguas con fases distintas (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>).....	412
4.1.2.2.13. Distancia entre conductores en paralelo (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>).....	413
4.1.2.2.14. Línea aérea de contacto. Dimensionamiento mecánico (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>).....	414
4.1.2.2.15. Sistemas de suspensión (<i>parámetro no recogido en la ETI de energía</i>)	422
4.1.2.2.16. Sistemas de compensación (<i>parámetro no recogido en la ETI de energía</i>).....	422
4.1.2.2.17. Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos con otras catenarias (<i>parámetro no recogido en la ETI de energía</i>).....	423
4.1.2.2.18. Disposición de los seccionamientos (<i>parámetro no recogido en la ETI de energía</i>)	424
4.1.2.2.19. Catenaria rígida (<i>parámetro no recogido en la ETI de energía</i>).....	424
4.1.2.3. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra.....	424
4.1.2.4. . Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos.....	425
4.1.2.5. Túneles.....	426
4.1.2.5.1. Segmentación de la línea aérea en los túneles.....	426
4.1.2.5.2. Puesta a tierra de la línea aérea en los túneles	426
4.1.2.6. Instalaciones de cambio de ancho (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>)	427
4.1.2.6.1. Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>).....	427
4.1.2.7. Instalaciones de lavado bajo catenaria (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>)	429
4.1.2.8. Instalaciones en talleres con acceso a zona de pantógrafos (<i>parámetro no incluido en la ETI de energía</i>)	430
4.2. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES	432
4.2.1. Material rodante	432
4.2.2. Infraestructura.....	434
4.2.3. Control-mando y señalización	435
4.2.4. Explotación y gestión del tráfico	435
4.2.5. Túneles	435
4.3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN	436
4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO	436
4.5. COMPETENCIAS PROFESIONALES	437

4.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD	438
4.7. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA	439
5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	440
5.1. LISTA DE COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	440
5.2. PRESTACIONES Y ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES.....	440
6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	441
6.1. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	441
6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad	441
6.1.2. Aplicación de los módulos	441
6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad.....	441
6.1.4. Procedimientos particulares de evaluación para el componente de interoperabilidad "línea aérea de contacto"	441
6.1.5. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad	442
6.2. SUBSISTEMA DE ENERGÍA	442
6.2.1. Disposiciones generales	442
6.2.1.1. Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (<i>apartado no incluido en las ETI</i>).....	442
6.2.1.2. Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio (<i>apartado no incluido en las ETI</i>).....	444
6.2.2. Aplicación de los módulos	444
6.2.3. Soluciones innovadoras	445
6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema	445
6.2.4.1. Alimentación eléctrica.....	446
6.2.4.1.1. Evaluación de la tensión útil media (4.1.2.1.2)	446
6.2.4.1.2. Evaluación de la corriente en reposo (4.1.2.1.3) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>).....	446
6.2.4.1.3. Evaluación del frenado de recuperación (4.1.2.1.4)	446
6.2.4.1.4. Evaluación de las medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.1.2.1.5).....	446
6.2.4.1.5. Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para los sistemas de alimentación de c.a. (4.1.2.1.6).....	446
6.2.4.1.6. Evaluación de los efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c. (4.1.2.1.7) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>)	447
6.2.4.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente.....	447

6.2.4.2.1. Evaluación de la fuerza de contacto estática (4.1.2.2.3) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>)	447
6.2.4.2.2. Evaluación de la fuerza de contacto media (4.1.2.2.4) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>)	448
6.2.4.2.3. Evaluación del comportamiento dinámico y la calidad de la captación de corriente (integración en un subsistema) (4.1.2.2.5)	448
6.2.4.2.4. Evaluación del material del hilo de contacto (4.1.2.2.7) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>)	448
6.2.4.2.5. Evaluación de la longitud de las secciones de separación de fases (4.1.2.2.8) o de sistemas (4.1.2.2.9) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>)	448
6.2.4.2.6. Evaluación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.1.2.4)	451
6.2.4.3. Túneles.....	451
6.2.4.3.1. Evaluación de la puesta a tierra de la línea aérea en los túneles (4.1.2.5.2) (<i>apartado no incluido en la ETI de energía</i>).....	451
6.2.5. Evaluación del plan de mantenimiento (4.4).....	452
6.3. SUBSISTEMAS QUE INCLUYEN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE.....	452
7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.....	453
7.1. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS.....	453
7.2. DEFINICIONES	453
7.3. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS NUEVAS	454
7.4. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS EXISTENTES	454
7.4.1. Establecimiento de la línea área de contacto y/o alimentación eléctrica.....	454
7.4.2. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria	455
7.4.2.1. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que no suponga un acondicionamiento o renovación del subsistema de energía	455
7.4.2.2. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga un acondicionamiento del subsistema de energía	455
7.4.2.2.1. Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía.....	455
7.4.2.2.2. Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía.....	456
7.4.2.3. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga una renovación del subsistema de energía	456

7.4.2.3.1. Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía.....	456
7.4.2.3.2. Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía.....	457
7.4.3. Sustitución en el marco del mantenimiento	457
7.4.4. Líneas electrificadas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento	457
7.5. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES.....	457
7.5.1. Túneles nuevos.....	457
7.5.2. Túneles existentes.....	458
7.5.2.1. Acondicionamiento o renovación del túnel.....	458
7.5.2.2. Ampliación de un túnel.....	458
ANEXOS.....	459
ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN.....	459
ANEXO B. REFERENCIAS NORMATIVAS.....	468
B.1. REGLAMENTACIÓN CONTEMPLADA EN LA INSTRUCCIÓN IFE.....	468
B.2. . REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFE.....	469
ANEXO C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.....	471
ANEXO D. CUESTIONES PENDIENTES	474
ANEXO E. CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN LATERAL MÁXIMA DEL HILO DE CONTACTO.....	475
ANEXO F. VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO	477
ANEXO G. SECCIÓN DE SEPARACIÓN DE SISTEMAS	478

LIBRO PRIMERO: CONSIDERACIONES GENERALES

a) Antecedentes legales

El artículo 68.2 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, establece que, mediante orden del Ministro de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, se establecerán las condiciones técnicas sobre proyección y construcción de las infraestructuras ferroviarias y, en concordancia con dicho precepto legal, el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, establece en su artículo 76, que el Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, podrá aprobar 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, poseedores de material rodante, empresas mantenedoras y demás entidades que operen en el sector ferroviario.

De conformidad con el artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, la presente Instrucción incluye, entre otras, las especificaciones necesarias para cumplir los requisitos esenciales definidos en el citado Anexo XI que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a estas para la verificación del subsistema. En particular, desarrollarán, para cada subsistema o parte de subsistema, como mínimo, los siguientes contenidos:

- i. Las exigencias derivadas de las normas nacionales.
- ii. Los requisitos y pautas de mantenimiento precisos para conservar las características técnicas exigibles a lo largo de la vida útil del subsistema.
- iii. Los procedimientos (módulos) de evaluación de la conformidad, idoneidad para el uso y verificación CE, que deben utilizarse para la verificación de los requisitos.
- iv. Criterios para la determinación de los organismos de evaluación de la conformidad con las Instrucciones Ferroviarias.
- v. Instrucciones específicas en el caso de renovación o rehabilitación de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.
- vi. Medios nacionales aceptables de conformidad.

b) Objeto de la instrucción

En desarrollo del artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, el objetivo de la presente Instrucción es recoger las especificaciones técnicas que junto con las ETI deberá cumplir el subsistema de energía para proceder a su autorización de entrada en servicio por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. De esta forma, el subsistema cumplirá los requisitos esenciales definidos en el anexo XI del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sin perjuicio de las comprobaciones de compatibilidad técnica e integración segura del subsistema cuando se integre en el sistema ferroviario que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria pueda realizar.

Esta Instrucción es aplicable al proyecto, construcción y mantenimiento del subsistema de energía de las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General de ancho ibérico, estándar europeo y métrico (excepto la línea Cercedilla-Cotos).

La presente Instrucción establece los siguientes requisitos agrupados en dos tipos: normas nacionales en el ámbito de la Directiva (UE) 2016/797 e instrucciones adicionales.

- Normas nacionales en el ámbito de la Directiva (UE) 2016/797

Estas normas se establecen en el libro segundo de la presente Instrucción.

Se trata de requisitos necesarios para garantizar la satisfacción de los requisitos esenciales, conforme al artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, en relación con la ETI de energía (Reglamento (UE) 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión) y la ETI de seguridad en túneles ferroviarios (Reglamento 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre, sobre las especificaciones técnicas de interoperabilidad sobre seguridad en los túneles ferroviarios del sistema ferroviario de la Unión Europea) (subsistema de energía). Se consideran los siguientes casos:

- Requisitos para los que las ETI determinan que se establezcan mediante normas nacionales.

- Instrucciones adicionales

Estas normas se establecen en el libro tercero de la presente Instrucción.

Se consideran los siguientes casos:

- Requisitos de parámetros no incluidos en las ETI.

- Requisitos de parámetros de las ETI no definidos en las mismas.
- Requisitos de parámetros de las ETI con valor más exigente que el establecido en las mismas. La Autoridad Ferroviaria, como planificadora de la Red Ferroviaria de Interés General, puede decidir imponer a las líneas requisitos con valores más exigentes que los definidos en las ETI, siempre que no sea un impedimento para la circulación de trenes interoperables.

Las instrucciones adicionales son necesarias para garantizar un adecuado diseño y construcción del subsistema de energía en el ámbito de aplicación de esta Instrucción. Estas instrucciones no entran en contradicción con los requisitos de las ETI y, por tanto, no suponen un obstáculo para la circulación del material rodante interoperable.

En relación con el cumplimiento de los requisitos de la presente Instrucción, se puede indicar el cumplimiento de algunas normas UNE-EN, ISO, etc. (véase el apartado B.2). En los casos en que la Instrucción haga una referencia explícita a tales normas, y no se indique expresamente que la conformidad con dicha norma sea una recomendación, estas serán de obligado cumplimiento. En el resto de los casos, el uso de las normas EN es de carácter voluntario. Sin embargo, es importante señalar que el uso de especificaciones europeas adoptadas por los organismos europeos de estandarización permite una presunción de conformidad en relación con determinados requisitos esenciales. Hay una relación de estas normas en las guías de aplicación de las ETI (en la página web de la Agencia Europea del Ferrocarril, <http://www.era.europa.eu>).

Por otra parte, la conformidad con la presente Instrucción no exime del cumplimiento de cualquier otra normativa obligatoria, aplicable al diseño y ejecución de los componentes de interoperabilidad y del subsistema de energía, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

c) Componentes de interoperabilidad

Uno de los objetivos de la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, transpuesta al ordenamiento interno mediante el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, es el de contribuir al desarrollo del mercado interior de tal forma que los equipos y componentes ferroviarios puedan ser aceptados y puedan circular libremente por el mercado comunitario. Para tal fin, las ETI permiten la armonización de requisitos para la fabricación de componentes que aseguren el cumplimiento de los requisitos esenciales al mismo tiempo que la interoperabilidad del sistema ferroviario. En particular, los componentes de interoperabilidad son aquellos componentes que se han detectado como fundamentales para el desarrollo de la interoperabilidad y que deberán contar con un certificado CE de conformidad antes de ponerse en circulación en el mercado.

d) Verificación del subsistema

En la presente Instrucción también se recogen los módulos y procedimientos de evaluación necesarios para verificar la satisfacción de los requisitos esenciales y la conformidad del subsistema con los requisitos de la presente Instrucción. Se indica además el tipo de organismo que debe llevar a cabo dicha evaluación.

Con objeto de obtener la autorización de entrada en servicio, y una vez verificados los requisitos de las ETI por un organismo notificado y las normas nacionales, establecidas en el libro segundo de la presente Instrucción, por un organismo designado, el promotor deberá preparar las declaraciones pertinentes, es decir, la declaración "CE" de verificación junto con el expediente elaborado por el organismo notificado y la declaración de verificación sobre las normas nacionales, junto con el expediente elaborado por el organismo designado.

Asimismo será necesario que el promotor emita un informe de verificación de las instrucciones adicionales establecidas en el libro tercero de la presente Instrucción, que se integrará en el informe al que se refiere el apartado 2,a) del artículo 117 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. También se indica en la presente Instrucción el tipo de organismo encargado de evaluar dichas instrucciones adicionales.

En aquellos casos en que la conformidad con la presente Instrucción no sea viable desde un punto de vista técnico o económico, el solicitante deberá notificar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria los motivos que justifican esta no conformidad, así como las especificaciones que serán de aplicación en sustitución de los requisitos no aplicables. La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria analizará los motivos de esta excepción y resolverá si la admite o no. En aquellos casos en que proceda, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria iniciará la tramitación del expediente de derogación, conforme a lo indicado en artículo 83 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

e) Estrategia de implementación

En el libro tercero de la presente Instrucción se define, en líneas generales, la estrategia que debe seguirse para la implementación de esta Instrucción y de las ETI correspondientes. En el capítulo 7 del libro tercero se especifican los casos de modificación del subsistema de energía en los que es necesaria una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía y aquellos en que no lo es.

LIBRO SEGUNDO: NORMAS NACIONALES EN EL ÁMBITO DE LA DIRECTIVA 2016/797

1. INTRODUCCIÓN

En el presente libro se incluyen las normas nacionales en el ámbito de la directiva de interoperabilidad 2016/797, de acuerdo al artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

En el cuadro 1 se relacionan las normas nacionales, los parámetros de las ETI respecto de los que se establecen las mismas, así como la justificación de la norma nacional de acuerdo al artículo 75.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Los procedimientos de evaluación de las normas nacionales se incluyen en el apartado 6.2 del libro tercero de la presente Instrucción.

Cuadro 1: Relación de normas nacionales

ANCHO DE VÍA APLICABLE (mm)	NORMA NACIONAL	PARÁMETRO ETI	ART. 75.1
1435 / 1668	2.1. Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.9 ETI ENE	a)

2. NORMAS NACIONALES

2.1. GEOMETRÍA DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

En las líneas de velocidad inferior a 250 km/h la altura de los hilos de contacto en los pasos a nivel cumplirá los siguientes requisitos:

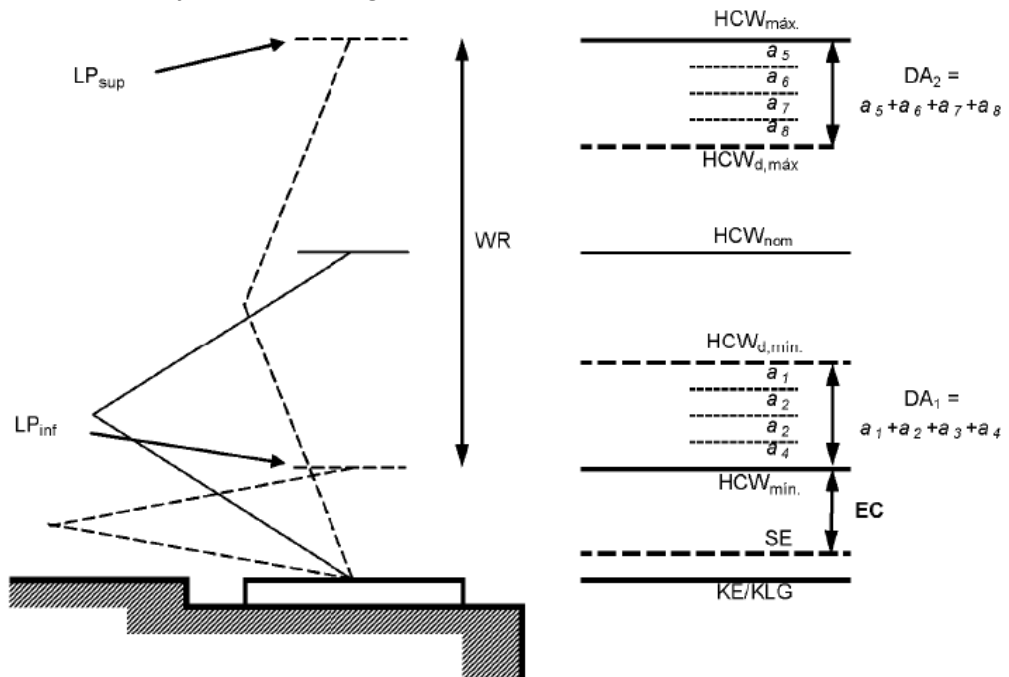
- La altura nominal puede ser mayor que la establecida en el cuadro 2.1. En esos casos, la altura máxima ($HCW_{m\acute{a}x}$ de la figura 2.1) no puede ser mayor de 6,20 m.
- Si no se puede conseguir la altura máxima establecida en el cuadro 2.1, será necesario el montaje de gálibos de protección en los viales del paso. En esos casos la altura de los vehículos de carretera a los que se permite pasar por debajo de la línea aérea de contacto será tal que se garantice la distancia de aislamiento vertical de 0.50 m entre el punto más alto del vehículo de carretera (incluida su carga) y las partes activas.

Cuadro 2.1. Alturas nominal y máxima del hilo de contacto

Altura nominal del hilo de contacto	5300 mm
Altura máxima de diseño del hilo de contacto	6000 mm ^a

^a La altura máxima, $HCW_{m\acute{a}x}$, se obtendrá sumando al valor de la altura máxima de diseño, $HCW_{d,m\acute{a}x}$, las tolerancias DA_2 según la figura 2.1.

Figura 2.1: Relación entre las alturas del hilo de contacto y la posición de trabajo de los pantógrafos



- LP_{sup} Posición de trabajo superior del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.12)
 LP_{inf} Posición de trabajo inferior del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.11)
 WR Rango de trabajo del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.13)
 KE/KLG Contorno de referencia cinemático
 SE Altura de la envolvente máxima
 EC Distancias de aislamiento eléctrico
 HCW_{min} Altura mínima del hilo de contacto
 HCW_{max} Altura máxima del hilo de contacto
 $HCW_{d,min}$ Altura mínima de diseño del hilo de contacto
 $HCW_{d,max}$ Altura máxima de diseño del hilo de contacto
 HCW_{nom} Altura nominal del hilo de contacto
 DA_1 Consideraciones de diseño por encima de HCW_{min}
 a_1 Tolerancia vertical de la vía (si no está incluida en la envolvente / gálibo)
 a_2 Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos descendentes del mismo
 a_3 Desplazamientos dinámicos descendentes del hilo de contacto
 a_4 Efectos de la carga de hielo y de la temperatura de los conductores
 DA_2 Consideraciones de diseño por debajo de HCW_{max}
 a_5 Tolerancia vertical de la vía
 a_6 Elevación del hilo de contacto por el pantógrafo y desplazamiento dinámico del hilo de contacto
 a_7 Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos ascendentes del mismo
 a_8 Elevación del hilo de contacto debido al desgaste y a cualquier variación de temperatura en los conductores

LIBRO TERCERO. INSTRUCCIONES ADICIONALES

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta Instrucción Ferroviaria, como desarrollo del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad e interoperabilidad ferroviarias, es aplicable a las líneas de la Red Ferroviaria de Interés General definidas en el apartado 1 del anexo II del citado Real Decreto, excepto la línea de ancho métrico Cercedilla-Cotos.

Esta Instrucción es de aplicación a:

- El subsistema de energía.
- Las interfaces del subsistema de energía con los subsistemas de material rodante, infraestructura, control-mando y señalización, y explotación y gestión del tráfico.
- La parte del subsistema funcional de mantenimiento relativa al subsistema de energía (instalaciones de lavado bajo catenaria).

Esta Instrucción es de aplicación a los túneles ferroviarios de la longitud indicada para cada requisito en el apartado correspondiente.

El concepto de subsistema de energía empleado en la presente Instrucción coincide con el descrito en el anexo X del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, 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).

La presente Instrucción será obligatoria en el caso de líneas nuevas y en el de actuaciones en líneas existentes que requieran una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía, según se establece en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

La Instrucción no es aplicable en líneas con explotación tranviaria.

1.2. CONTENIDO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN

De conformidad con el artículo 76.3 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, en este libro se desarrollan los siguientes contenidos:

- 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 de la conformidad y verificación, que deben utilizarse para la verificación de los requisitos.
- Criterios para la determinación de los organismos de evaluación de la conformidad con las Instrucciones Ferroviarias.
- Instrucciones específicas en el caso de renovación o rehabilitación de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.
- Medios nacionales aceptables de conformidad.

Adicionalmente se desarrollan los siguientes contenidos:

- El ámbito de aplicación.

Los parámetros y requisitos funcionales y técnicos que debe cumplir el subsistema de energía que no están contemplados en las ETI, así como sus interfaces con otros subsistemas. La evaluación de las características técnicas se realizará mediante los correspondientes ensayos o certificados, de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio u organismo de certificación acreditado oficialmente.

- Los requisitos para las instalaciones de cambio de ancho relativos al subsistema de energía.
- Los requisitos para los túneles que no están contemplados en la ETI de seguridad en túneles, relativos al subsistema de energía y a otras instalaciones eléctricas.
- La estrategia de implementación de esta Instrucción.

En cuanto a las normas referenciadas en la presente Instrucción, será de aplicación la versión indicada en el anexo B de la misma.

1.3. OTRA NORMATIVA DE APLICACIÓN AL SUBSISTEMA ENERGÍA

La conformidad con la presente Instrucción no exime del cumplimiento de cualquier otra normativa obligatoria, aplicable al diseño y ejecución del subsistema de energía y sus componentes, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

Según se define en la Directiva (UE) 2016/797, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea, el subsistema de energía comprende el sistema de electrificación, incluidas las líneas aéreas y el equipo en tierra del sistema de medición y de tarificación del consumo de electricidad la vía tendida.

Esta Instrucción comprende todas las instalaciones del subsistema de energía, necesarias para suministrar alimentación eléctrica a los trenes, en cumplimiento de los requisitos esenciales.

2.2. PARTES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

El subsistema de energía se compone de:

- Subestaciones: conectadas por un lado a la red eléctrica y por el otro al sistema de líneas aéreas de contacto del ferrocarril, transforman la alta tensión a una tensión y/o un sistema de alimentación eléctrica adecuado para los trenes. También se incluyen, en caso de alimentación de 2x25 kV c.a., los centros de autotransformación.
- Puestos de seccionamiento o puestas en paralelo: equipos eléctricos situados en puntos intermedios entre subestaciones para alimentar, poner en paralelo las líneas aéreas de contacto y proporcionar protección, aislamiento y alimentación auxiliar.
- Secciones de separación: equipos necesarios para permitir la transición entre distintos sistemas eléctricos o entre fases distintas del mismo sistema eléctrico.
- Sistema de la línea aérea de contacto: sistema que distribuye la energía a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente; la línea aérea de contacto está equipada con seccionadores accionados manualmente o a distancia, que son necesarios para poder aislar secciones o grupos del sistema de la línea aérea de contacto en función de las necesidades de explotación; los feeders de alimentación forman también parte del sistema de la línea aérea de contacto.
- Circuito de retorno: todos los conductores a lo largo del recorrido previsto de la corriente de tracción de retorno; por consiguiente, en lo que se refiere a este aspecto, el circuito de retorno forma parte del subsistema de energía y tiene una interfaz con el subsistema Infraestructura.

- El equipo en tierra del sistema de medida del consumo eléctrico del material rodante.

BORRADOR

3. REQUISITOS ESENCIALES

3.1. INTRODUCCIÓN

Con arreglo al artículo 73.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, el sistema ferroviario, los subsistemas y los componentes de interoperabilidad, incluidas las interfaces, deberán cumplir los requisitos esenciales definidos en términos generales en el anexo XI del citado Real Decreto.

3.2. CLASIFICACIÓN

Los requisitos esenciales comprenden los siguientes apartados:

- Seguridad
- Fiabilidad y disponibilidad
- Salud
- Protección medioambiental
- Compatibilidad técnica

3.3. VERIFICACIÓN

La verificación del cumplimiento de los requisitos esenciales por parte del subsistema de energía y de sus componentes de interoperabilidad se realizará de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y en la presente Instrucción.

4. ESPECIFICACIONES PARA LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

La red ferroviaria es un sistema integrado cuya coherencia se ha de verificar. En el ámbito de la presente Instrucción dicha coherencia debe comprobarse, especialmente en lo referente a las especificaciones del subsistema de energía, las interfaces con los demás subsistemas del sistema ferroviario en el que se integra, y las normas de explotación y mantenimiento.

El presente capítulo establece los requisitos correspondientes a las instrucciones adicionales⁴ que debe satisfacer el subsistema de energía. Dichos requisitos comprenden:

- Las especificaciones funcionales y técnicas para las instrucciones adicionales y las interfaces con otros subsistemas.
- Las normas de explotación no contempladas en las ETI.
- Las normas de mantenimiento no contempladas en las ETI, precisas para conservar las características técnicas exigibles a los componentes y al subsistema.
- Los aspectos de las competencias profesionales no contemplados en las ETI.
- Los aspectos de las condiciones de seguridad y salud no contemplados en las ETI.
- El registro de infraestructura.

Se incluyen asimismo las normas nacionales si bien los correspondientes requisitos se definen en el libro segundo de la presente Instrucción.

El presente capítulo contiene los requisitos que deben cumplir los subsistemas de energía en las líneas de ancho ibérico y estándar europeo no contemplados en las ETI. Los requisitos para las líneas de ancho métrico son una cuestión pendiente en la presente Instrucción y serán establecidos por el promotor.

Los requisitos se han establecido basándose en las premisas fundamentales de normas europeas, ya sean normas EN, o bien normas de amplio reconocimiento y uso en ausencia de aquellas.

⁴ Las instrucciones adicionales se definen en el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

El material rodante que cumpla la normativa nacional de material rodante debe poder circular por las vías de las líneas que cumplan los valores límite establecidos en la presente Instrucción.

Los valores límite establecidos en la presente Instrucción no están concebidos para aplicarse como valores habituales de diseño. No obstante, los valores de diseño deben estar dentro de los límites fijados en la presente Instrucción.

Las soluciones innovadoras que no cumplan los requisitos especificados en la Instrucción y/o no se puedan evaluar como se indica en la misma, requerirán nuevas especificaciones y/o nuevos métodos de evaluación. A fin de permitir la innovación tecnológica, estas especificaciones y métodos de evaluación se elaborarán ateniéndose al procedimiento de soluciones innovadoras descrito en el apartado 6.2.3.

La verificación de los requisitos del subsistema de energía establecidos en el presente capítulo se regirá por las fases y procedimientos que se indican en el apartado 6.2 y en el cuadro C del anexo C del presente libro.

Para los apartados 4.1.2 a 4.7 del presente capítulo y los anexos E, F y G del presente libro:

- **Siempre que se establezcan instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.**
- **Los parámetros no incluidos en las ETI se identificarán añadiendo a continuación del título en letra cursiva la advertencia *"parámetro no incluido en las ETI"*. e indicando a continuación que su contenido son instrucciones adicionales.**
- **Cuando no se establezcan instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes indicando solamente que no se incluyen instrucciones adicionales a dichos apartados.**
- **En los parámetros en los que se establezcan normas nacionales se hará una referencia al libro segundo de la presente Instrucción.**

4.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA

Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema de energía son los requisitos que deben satisfacer los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan al subsistema de energía.

Dichas especificaciones pueden variar en función del sistema de alimentación, la velocidad o el ancho de vía, o bien pueden ser aplicables a todas las líneas.

El subsistema de energía se diseñará de manera que se alcance el rendimiento requerido en lo que se refiere a:

- (a) Gálibo de la línea.
- (b) Velocidad de la línea.
- (c) Intervalo mínimo entre trenes.
- (d) Corriente máxima de los trenes.
- (e) Factor de potencia de los trenes.
- (f) Horarios y servicios previstos.
- (g) Tensión útil media.
- (h) Perfil y planta de la línea.
- (i) Características de tracción de los trenes (curvas de tracción, frenado y esfuerzo resistente).
- (j) Potencia de servicios auxiliares de los trenes.

4.1.1. Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía

Los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía son los siguientes:

A. Alimentación eléctrica

- Tensión y frecuencia (4.1.2.1.1)
- Rendimiento del sistema de alimentación y potencia instalada (4.1.2.1.2)
- Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.1.2.1.3)

- Frenado de recuperación (4.1.2.1.4)
- Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.1.2.1.5)
- Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a. (4.1.2.1.6)
- Compatibilidad electromagnética. Efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c. (4.1.2.1.7)

B. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente

- Geometría de la línea aérea de contacto (4.1.2.2.1)
- Gálibo del pantógrafo (4.1.2.2.2)
- Fuerza de contacto estática (4.1.2.2.3)
- Fuerza de contacto media (4.1.2.2.4)
- Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.1.2.2.5)
- Separación entre pantógrafos utilizada para el diseño de la línea aérea de contacto (4.1.2.2.6)
- Material del hilo de contacto (4.1.2.2.7)
- Secciones de separación de fases (4.1.2.2.8)
- Secciones de separación de sistemas (4.1.2.2.9)
- Línea aérea de contacto. Calentamiento de los conductores (4.1.2.2.10)
- Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra (4.1.2.2.11)
- Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto de corriente alterna contiguas con fases distintas (4.1.2.2.12)
- Distancia entre conductores en paralelo (4.1.2.2.13)
- Línea aérea de contacto. Dimensionamiento mecánico (4.1.2.2.14)
- Línea aérea de contacto. Sistemas de suspensión (4.1.2.2.15)

- Línea aérea de contacto. Sistemas de compensación (4.1.2.2.16)
- Línea aérea de contacto. Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos (4.1.2.2.17)
- Línea aérea de contacto. Disposición de los seccionamientos (4.1.2.2.18)
- Línea aérea de contacto. Catenaria rígida (4.1.2.2.19)

C. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra

- Sistema de captación de datos de energía situado en tierra (4.1.2.3)

D. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

- Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.1.2.4)

E. Túneles (4.1.2.5)

- Segmentación de la línea aérea en los túneles (4.1.2.5.1)
- Puesta a tierra de la línea aérea en los túneles (4.1.2.5.2)

F. Instalaciones de cambio de ancho

- Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho (4.1.2.6.1)

G. Instalaciones de lavado bajo catenaria

- Instalaciones de lavado bajo catenaria (4.1.2.7)

H. Instalaciones en talleres con accesos a zona de pantógrafos

- Instalaciones en talleres con accesos a zona de pantógrafos (4.1.2.8)

4.1.2. Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2 de la ETI de energía:

En el caso de vía con tres carriles, los requisitos de la presente Instrucción se deben aplicar de forma independiente para cada par de carriles

destinados a ser utilizados como vías separadas, teniendo en cuenta el sucesivo posicionamiento del tercer carril.

Con carácter general, la construcción de nuevas líneas y la electrificación nueva de las existentes se proyectará con tensión de 25 kV c.a. El sistema de alimentación podrá ser 1x25 kV ó 2x25 kV. La elección de uno u otro sistema dependerá de un estudio técnico-económico de cada caso, teniendo en cuenta aspectos medioambientales.

La electrificación en 3 kV c.c. se podrá admitir en tramos de longitud reducida que sean prolongación de redes existentes, siempre y cuando esté debidamente justificado.

Cuando se instale catenaria de 3 kV c.c. se utilizarán elementos que permitan su transformación posterior a 25 kV c.a., siempre que un estudio de viabilidad técnica y económica lo aconseje.

Cuando la explotación inicial vaya a realizarse en ancho 1668 mm, el diseño se realizará de forma que sea posible su transformación posterior, para permitir la explotación con tercer carril o en ancho estándar europeo.

4.1.2.1. Alimentación eléctrica

4.1.2.1.1. Tensión y frecuencia

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.3 de la ETI de energía:

Se admitirán las tensiones de 25 kV c.a. 50 Hz, y de 3 kV c.c. en los casos especificados en el apartado 4.1.2, para todas las líneas, excepto en aquellas con $v \geq 250$ km/h, en las que se admitirá únicamente el sistema de 25 kV c.a. 50 Hz.

4.1.2.1.2. Rendimiento del sistema de alimentación y potencia instalada

Se incluye la siguiente instrucción adicional en relación con el apartado 4.2.4 de la ETI de energía:

El diseño del sistema de energía garantizará la capacidad de la alimentación eléctrica para alcanzar el rendimiento especificado en el apartado 4.1 del presente libro.

4.1.2.1.2.1. Corriente máxima del tren

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.1 de la ETI de energía:

El diseño del subsistema de energía se dimensionará para asegurar la capacidad de la alimentación necesaria y permitir la explotación de todos los trenes de acuerdo a la malla teórica prevista en la línea objeto del

proyecto y de acuerdo con la ETI de energía y la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, 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).

4.1.2.1.2.2. Factor de potencia y tensión útil media

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.4.2 de la ETI de energía.

4.1.2.1.3. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo

Se incluye la siguiente instrucción adicional en relación con el apartado 4.2.5 de la ETI de energía:

La línea aérea de contacto de los sistemas de c.c. alimentados a 3 kV se diseñará para que soporte 300 A por pantógrafo con el tren en reposo.

4.1.2.1.4. Frenado de recuperación

Se incluye la siguiente instrucción adicional en relación con el apartado 4.2.6 de la ETI de energía:

Para los sistemas de alimentación eléctrica en c.c. se analizará la viabilidad de la instalación de equipos inversores en las subestaciones de tracción de nueva instalación.

4.1.2.1.5. Medidas de coordinación de la protección eléctrica

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.7 de la ETI de energía.

4.1.2.1.6. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.8 de la ETI de energía:

Los subsistemas de energía y de material rodante deben poder trabajar conjuntamente sin problemas de interferencia (sin superar los límites establecidos por el administrador de infraestructuras), tales como sobretensiones y otros aspectos descritos en el apartado 10 de la norma UNE-EN 50388 para los sistemas de alimentación de c.a. admitidos en el apartado 4.1.2.1.1 de presente libro.

4.1.2.1.7. Compatibilidad electromagnética. Efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c. (*parámetro no incluido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Efectos provocados por las corrientes de tracción

Cuando se construya una nueva línea de c.c. en las proximidades de una línea de c.a., las instalaciones fijas del sistema de c.c. de alimentación eléctrica se diseñarán de manera que sean inmunes a las tensiones acopladas o inducidas por el sistema de c.a. de alimentación eléctrica.

Cuando se construya una nueva línea de c.a. en las proximidades de una línea de c.c., el sistema de c.a. de alimentación eléctrica se diseñará de manera que minimice las tensiones acopladas o inducidas en las instalaciones fijas de la línea de c.c. Se comprobará la eficacia del diseño del sistema de c.a. de alimentación eléctrica a este respecto.

A este respecto, hay que tener en cuenta y recoger en el proyecto constructivo las afecciones en:

- a.1) Instalaciones de LAC en c.c.

Las instalaciones de LAC en c.c. que se encuentren en las proximidades de una red ferroviaria alimentada en c.a., se diseñarán para minimizar los efectos electromagnéticos, siendo necesario calcular los valores máximos previstos, así como diseñar las medidas de protección adecuadas sobre la instalación y sobre las personas.

En la fase de diseño de la línea, deberá realizarse un estudio de influencia electromagnética sobre las instalaciones eléctricas de c.c., cuando la distancia mínima entre ejes de las líneas partido por la longitud de paralelismo o cuasi-paralelismo sea inferior a 20 m/km, en el caso de líneas en sistema de 1x25 kV y a 5 m/km, en el caso de alterna de 2x25 kV.

- a.2) Resto de instalaciones eléctricas utilizadas en la red de c.c.

Se analizarán y se valorarán los efectos electromagnéticos sobre estas instalaciones, proponiendo las modificaciones resultantes para minimizar dicha afección.

En el caso de que una nueva línea de c.a. pudiera afectar a una línea existente de c.c., en la fase de diseño de la línea de c.a. deberá realizarse un estudio de las potenciales inducciones que se pudieran producir en líneas con corriente continua equipadas con circuitos de vía de 50 Hz, recogiendo las medidas necesarias para asegurar que

no se generen inducciones que provoquen el paso de componentes de corriente de 50 Hz de más de 1,5 A de valor eficaz. Un estudio de detalle habrá de realizarse cuando la distancia mínima entre ejes de las líneas ferroviarias de c.c. y de c.a. sea inferior a 1000 m.

Con el propósito de minimizar el riesgo de que las corrientes de 50 Hz inducidas desde otras líneas o desde el propio material rodante, en líneas de 3kV c.c., puedan modificar el comportamiento de los circuitos de vía de 50 Hz en contra de la seguridad, se deberán tomar entre otras, y de acuerdo con la experiencia adquirida, al menos las siguientes acciones:

- Control de la tensión de 50 Hz: El material rodante dispone como mínimo de una impedancia de entrada de 2Ω , y la corriente máxima que puede circular según la normativa nacional de material rodante es de 1,5 A (véase el apartado 4.2.3.3.1.1 del apéndice de la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20)), por tanto en cualquier punto del circuito de tracción, entre catenaria y vía, no deberá aparecer una diferencia de potencial en carga de más de 3 V a 50 Hz.
- Adaptación de la impedancia de la infraestructura a 50 Hz: Para cumplir el requisito anterior se deberán realizar medidas en la infraestructura, en caso de que este valor se superase, se debería colocar una impedancia de 50 Hz, mediante dispositivos adecuados que atenúen esta corriente.
- Verificación de la tensión y corriente de 50 Hz: Se realizarán medidas de corriente y tensión de 50 Hz periódicamente con el propósito de establecer si es o no necesario tomar medidas adicionales a las anteriormente expuestas. Estas verificaciones garantizarán que se han realizado las acciones anteriores. Los resultados de las verificaciones deberán estar disponibles para su evaluación en caso necesario.

b) Efectos provocados por las corrientes de retorno

Con el fin de tener un detallado conocimiento del comportamiento de las instalaciones existentes en relación con la circulación de las corrientes de retorno del nuevo sistema de electrificación, habrán de realizarse estudios específicos para la evaluación y la consiguiente consecución de las siguientes condiciones:

1. Limitar las tensiones de contacto sobre todos los elementos metálicos de las instalaciones existentes de las líneas convencionales debido a la circulación de corrientes alternas a través de la red de tierras, de acuerdo con la norma UNE-EN 50122-1.

2. Limitar la circulación de corriente alterna a través de los carriles de la red convencional equipada con sistemas vulnerables a la influencia de la electrificación con corriente alterna de 50 Hz, para reducir el área de afección a las instalaciones de señalización y por tanto la inversión necesaria para su adaptación.
3. Evitar la circulación de corrientes de retorno con frecuencias próximas a las del funcionamiento de los sistemas de detección de trenes (tanto de 50 Hz como de audiofrecuencia) para asegurar su adecuada fiabilidad y disponibilidad y garantizar el requisito de seguridad intrínseca (SIL) aplicable a los mismos.
4. Controlar la circulación de corriente alterna y continua por las pantallas y armaduras de los cables con factor de reducción de las instalaciones de señalización y comunicaciones de la Red Convencional como consecuencia del tránsito de estas a través de la red de tierras de ambos tipos de líneas debido a su conexión a través del terreno, con el objeto de asegurar la adecuada durabilidad de los aislamientos de dichos cables y así la protección efectiva tanto de las personas como de las instalaciones.

Adicionalmente, en el caso de implantación de un nuevo sistema de electrificación se recomienda realizar las siguientes mediciones, análisis y controles:

1. Mediciones para la obtención del mapa geoelectrico de la zona en la que se ha de implantar una nueva subestación.
2. Mediciones para obtener el mapa geoelectrico modificado una vez puesta en tensión la nueva instalación y previamente a su puesta en explotación.
3. Medición de tensiones e intensidades en todos los puntos críticos de los circuitos para obtener el reparto de la energía total del sistema de electrificación, cubriendo el intervalo completo de potencia suministrable por cada subestación.
4. Medida y análisis de la influencia del sistema de electrificación sobre el funcionamiento de los sistemas existentes en el área geográfica identificada a través de los mapas geoelectricos (inicial y modificado).
5. Instalación de sistemas de control para las instalaciones sobre las que se haya evidenciado una afección del nuevo sistema de electrificación y no se haya decidido su sustitución.
6. Instalación de sistemas de control del estado de los circuitos de tierra en el entorno de los sistemas identificados como críticos (enclavamientos, telemandos, centrales de comunicaciones, etc.)

dentro del área de afección y sobre los que no se haya decidido su sustitución.

4.1.2.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente

4.1.2.2.1. Geometría de la línea aérea de contacto

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9 de la ETI de energía:

Se diseñará la línea aérea de contacto al menos para pantógrafos con la geometría del arco indicada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre, relativo a las especificaciones técnicas de Interoperabilidad del subsistema "locomotoras y material rodante de viajeros" del sistema ferroviario de la Unión Europea), apartado 4.2.8.2.9.2, teniendo en cuenta las siguientes normas:

1. Para líneas nuevas, acondicionadas o renovadas, con ancho de vía de 1668 mm, la LAC se diseñará para su utilización con, al menos, uno de los pantógrafos con la geometría de arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 (1600 mm) o 4.2.8.2.9.2.2 (1950 mm).
2. En líneas renovadas o acondicionadas, alimentadas en 3kV c.c., se diseñará la LAC para al menos un pantógrafo con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.2 (1950 mm).
3. En líneas nuevas, acondicionadas o renovadas, alimentadas en 25kV c.a., se diseñará la LAC para permitir la utilización de ambos pantógrafos tal y como se especifica en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 (1600 mm) y 4.2.8.2.9.2.2 (1950 mm).

4.1.2.2.1.1. Altura del hilo de contacto

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.9.1 y 7.4.2.7.1 de la ETI de energía:

En el cuadro 4.1.2.2.1.1 se dan las características admisibles de la geometría de las líneas aéreas de contacto.

Con carácter general en todas las líneas, la altura nominal del hilo de contacto estará de acuerdo con lo establecido en el cuadro 4.1.2.2.1.1. No obstante, cuando se trate de líneas acondicionadas y existan gálibos

reducidos, fundamentalmente debido a la presencia de estructuras existentes (como túneles, pasos superiores y puentes de celosía), que no permitan alcanzar dicha altura nominal, se podrá disminuir la misma, justificando los motivos que dan lugar a la disminución de dicha altura nominal y su coherencia con el resto de los condicionantes contemplados en este apartado, u otros que pudieran afectarle del presente libro.

Para líneas de velocidad inferior a 250 km/h, en el caso de líneas nuevas de 3 kV c.c., y en la electrificación nueva a 3 kV c.c. de las existentes si un estudio de viabilidad técnica y económica lo aconseja, la altura mínima de diseño y la altura mínima se determinarán tomando como distancias de aislamiento las correspondientes a corriente alterna en el cuadro 4.1.2.2.11 para prever un cambio a 25 kV c.a.

La altura nominal del hilo de contacto en las líneas de velocidad inferior a 250 km/h puede ser mayor en ciertos casos (por ejemplo, pasos a nivel, zonas de carga, etc.). En esos casos, la altura máxima ($HCW_{m\acute{a}x}$ de la figura 4.1.2.2.1.4) no puede ser mayor de 6,20 m.

Cuadro 4.1.2.2.1.1: Geometría de la línea aérea de contacto

Descripción	$v \geq 250$ km/h	$v < 250$ km/h
Altura nominal del hilo de contacto (mm)	5300	
Altura mínima de diseño ($HCW_{d,min}$) del hilo de contacto (mm)	5080	A determinar mediante los cálculos del apartado 4.1.2.2.1.4, en función del gálibo elegido ^a
Altura máxima de diseño ($HCW_{d,m\acute{a}x}$) del hilo de contacto (mm)	5300 ^b	6000 ^b
Variación de la altura del hilo de contacto (mm)	Véase el apartado 4.1.2.2.1.3	
Desviación lateral máxima admisible (mm)	400 mm (para pantógrafo 1600 mm) ^c 550 mm (para pantógrafo 1950 mm) ^c	

^a Para la relación entre la altura mínima de diseño, $HCW_{d,min}$, y la altura mínima, HCW_{min} , véase el apartado 4.1.2.2.1.4.

^b La altura máxima, $HCW_{m\acute{a}x}$, se obtendrá sumando al valor de la altura máxima de diseño, $HCW_{d,m\acute{a}x}$, las tolerancias DA_2 según la figura 4.1.2.2.1.4.

^c Los valores se ajustarán según el anexo E del presente libro.

En relación con el párrafo (3) del apartado 4.2.9.1 de la ETI de energía, en las líneas de velocidad inferior a 250 km/h la altura de los hilos de contacto en los pasos a nivel cumplirá las normas nacionales establecidas en el apartado 2.1 del libro segundo de la presente Instrucción.

4.1.2.2.1.2. Desviación lateral del hilo de contacto

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.2 de la ETI de energía:

En las condiciones ambientales definidas en la norma UNE-EN 50125-2 y con las tolerancias de montaje admitidas, la desviación lateral entre el hilo de contacto y el pantógrafo debe ser tal que no sea posible que el hilo de contacto se separe de la zona conductora del pantógrafo a menos que se haya diseñado específicamente para que así suceda en zonas de cambio de hilo de contacto. Se debe especificar un valor mínimo de descentramiento para cada proyecto, con el fin de mantener distancias de aislamiento adecuadas en seccionamientos, minimizar el desgaste del hilo de contacto y de la banda de frotamiento del pantógrafo y asegurar una carga radial mínima que permita el correcto funcionamiento de los atirantados. En condiciones de funcionamiento normales, el hilo de contacto debe estar contenido dentro de la banda de frotamiento del pantógrafo.

En el anexo F se define la velocidad básica fundamental del viento ($V_{b,0}$) que se corresponde con la velocidad de referencia (V_R) para un periodo de retorno de 50 años, definida en la UNE-EN 50119 (véase también el anexo A del presente libro). Para evaluar la desviación producida por la fuerza del viento sobre los conductores de la línea aérea de contacto (sustentador, péndolas e hilo de contacto), esta velocidad de referencia se podrá corregir hasta un periodo de retorno mínimo de 10 años, conforme a lo indicado en el apartado 4.4.1 de la norma UNE-EN 50125-2. A partir de la fuerza del viento, evaluada con esta velocidad corregida, se determinará el desplazamiento máximo resultante en cada punto de la línea aérea de contacto. La evaluación de la fuerza del viento sobre los conductores individuales debe estar de acuerdo con el apartado 6.2.4 de la norma UNE-EN 50119, para vanos individuales, y en el caso de que haya condiciones no contempladas en dicha norma se estudiará cada caso concreto.

La desviación lateral máxima del hilo o los hilos de contacto producida por el descentramiento y el viento lateral, no debe superar la desviación lateral máxima admisible del hilo de contacto recogida en el cuadro 4.1.2.2.1.1.

Se deben verificar de forma similar las distancias de aislamiento mecánicas y eléctricas de los conductores respecto a otras partes de la infraestructura ferroviaria, cuando estén expuestas al viento.

En el caso de vía con tres carriles, se cumplirá el requisito para cada par de carriles (diseñado para utilizarse como vía separada) que se vaya a evaluar de acuerdo con esta Instrucción.

4.1.2.2.1.3. Variación de la altura del hilo de contacto (parámetro no incluido en la ETI)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Si, debido a las condiciones locales, tales como la presencia de obstáculos (pasos superiores, túneles), es necesaria una variación de la altura del hilo de contacto, esta deberá conseguirse con el menor gradiente posible. Los valores de diseño para el gradiente y los cambios de gradiente no deberán superar los valores del cuadro 4.1.2.2.1.3 para las velocidades dadas.

Cuadro 4.1.2.2.1.3: Gradiente de la altura del hilo de contacto

Velocidad hasta km/h	Máximo gradiente ^a		Máxima variación de gradiente ^a	
		‰		‰
50	1/40	25	1/40	25
60	1/50	20	1/100	10
100	1/167	6	1/333	3
120	1/250	4	1/500	2
160	1/500	2	1/1000	1
200	1/1000	1	1/2000	0,5
250	1/1000	1	1/2000	0,5
>250	1/2500	0,4	1/5000	0,2

^a Los valores de máximo gradiente y máxima variación de gradiente que aparecen en el cuadro ya tienen en consideración las tolerancias de montaje y medida.

Para las velocidades superiores a 120 km/h y hasta 200 km/h, cuando no sea posible alcanzar los valores del cuadro 4.1.2.2.1.3, se cumplirán al menos los valores establecidos en la tabla 12 de la norma UNE-EN 50119.

Para instalaciones de catenaria rígida véase el apartado 4.1.2.2.19 del presente libro.

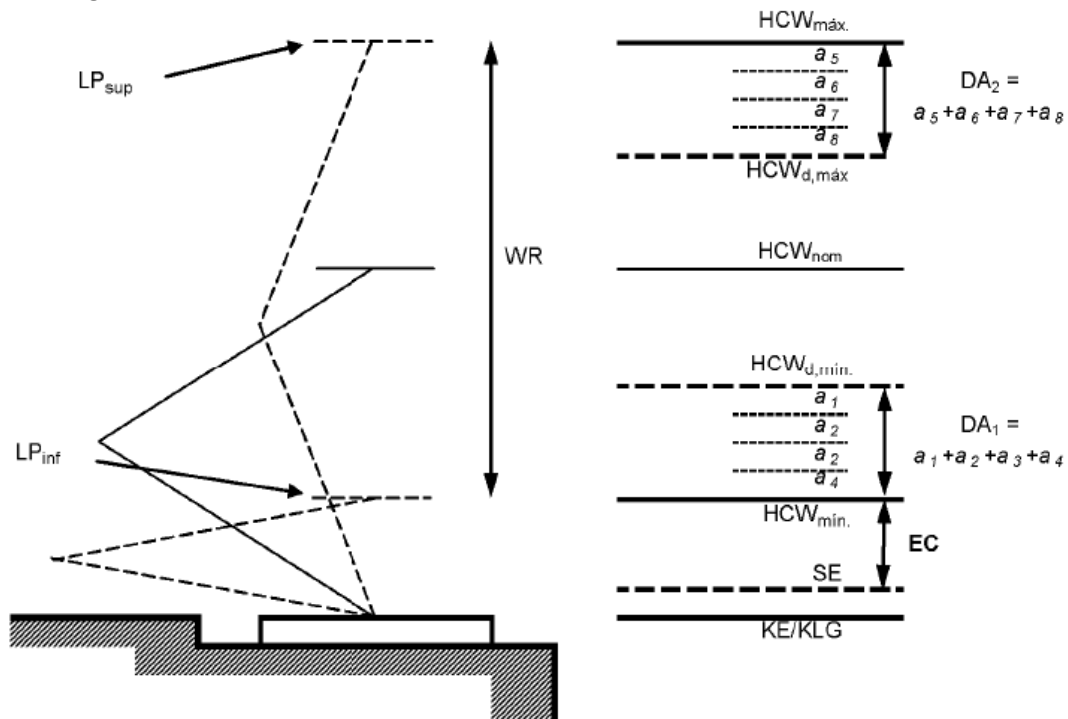
4.1.2.2.1.4. *Altura mínima de diseño ($HCW_{d,min}$) y altura mínima (HCW_{min}) del hilo de contacto (HCW_{min})*

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.1 de la ETI de energía:

La altura mínima del hilo de contacto deberá ser siempre mayor que la envolvente máxima del vehículo, teniendo en cuenta la distancia de aislamiento eléctrico en el aire, la mínima altura de trabajo del pantógrafo, las condiciones ambientales (principalmente hielo) y las oscilaciones verticales de la línea de contacto, para evitar la formación de arcos entre el hilo de contacto y las partes puestas a tierra de los vehículos.

Ver figura 4.1.2.2.1.4 para la relación entre las alturas del hilo de contacto y las alturas de trabajo de los pantógrafos.

Figura 4.1.2.2.1.4: Relación entre las alturas del hilo de contacto y la posición de trabajo de los pantógrafos



- LP_{sup} Posición de trabajo superior del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.12)
- LP_{inf} Posición de trabajo inferior del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.11)
- WR Rango de trabajo del pantógrafo o colector (ver UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.13)
- KE/KLG Contorno de referencia cinemático
- SE Altura de la envolvente máxima
- EC Distancias de aislamiento eléctrico
- HCW_{mín} Altura mínima del hilo de contacto
- HCW_{máx} Altura máxima del hilo de contacto
- HCW_{d,mín} Altura mínima de diseño del hilo de contacto
- HCW_{d,máx} Altura máxima de diseño del hilo de contacto
- HCW_{nom} Altura nominal del hilo de contacto
- DA₁ Consideraciones de diseño por encima de HCW_{mín}
 - a₁ Tolerancia vertical de la vía (si no está incluida en la envolvente / gálibo)
 - a₂ Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos descendentes del mismo
 - a₃ Desplazamientos dinámicos descendentes del hilo de contacto
 - a₄ Efectos de la carga de hielo y de la temperatura de los conductores
- DA₂ Consideraciones de diseño por debajo de HCW_{máx}
 - a₅ Tolerancia vertical de la vía
 - a₆ Elevación del hilo de contacto por el pantógrafo y desplazamiento dinámico del hilo de contacto
 - a₇ Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos ascendentes del mismo
 - a₈ Elevación del hilo de contacto debido al desgaste y a cualquier variación de temperatura en los conductores

Para determinar la altura mínima de diseño, se consideran por separado la hipótesis estática, considerando el tren detenido, y la dinámica, considerando el tren circulando, y adoptando el valor más restrictivo.

Se definen a continuación las distintas variables de la figura 4.1.2.2.1.4:

EC - Distancia de aislamiento aplicable: se adoptarán los valores según la especificación a la que se refiere la tabla 2 de la UNE-EN 50119, en función de hipótesis aplicable.

a₁ - Tolerancia vertical de la vía: según se indica en la norma, este valor no es necesario considerarlo ya que se incluye en el cálculo de la envolvente SE

a₂ - Tolerancia de montaje del hilo de contacto: se tomará siempre un valor de 10mm.

a₃ - Desplazamientos dinámicos descendentes del hilo de contacto: este valor debe obtenerse mediante simulación dinámica para cada tipo de catenaria, y depende tanto del vano máximo como de la velocidad.

a₄ - Efectos de la carga de hielo y de la temperatura de los conductores: en catenaria compensada el efecto de la temperatura no se considera, y solo debe calcularse el incremento de flecha en el hilo de contacto por sobrecarga de hielo en sustentador e hilos de contacto, según la siguiente formula:

$$a_{4ice} = \frac{g_{IK} L^2}{8 (T_{cat} + T_{cont})}$$

L: longitud del vano (m)

T_{cat}: tensión mecánica del sustentador (N)

T_{cont}: tensión mecánica del hilo de contacto (N)

g_{IK}: cargas del manguito de hielo, conforme a los valores de la especificación a la que se refiere el anexo B, cuadro B.2, índice [15], cuya aplicación en las líneas de la RFIG se resume en el cuadro 4.1.2.2.1.4.

Cuadro 4.1.2.2.1.4: Valores de carga de hielo

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	CARGA HIELO EN SUSTENTADOR	CARGA HIELO EN HILOS DE CONTACTO
0 -500 m	0 N/m	0 N/m
500-1000 m	3,5 N/m	1,75 N/m
1000-1500 m	7 N/m	3,5 N/m
> 1500 m	15 N/m	7,5 N/m

SE -Altura de la envolvente máxima: se calculará teniendo en cuenta tanto el contorno de referencia como los acuerdos verticales y la tolerancia de nivelación de vía, según la siguiente expresión:

$$SE = h_{CR} + T_N + \Delta h_{RV}$$

h_{CR} : Altura del contorno de referencia del Gálibo Cinemático

T_N : Tolerancia de nivelación de vía

Para T_N se adoptarán los valores establecidos en el apartado 3.10.1.3 de la Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Ferroviaria de Gálivos.

Δh_{RV} : Desviación por acuerdo vertical de vía, se calcula como:

$$\Delta h_{RV} = \frac{50}{R_V}$$

Las alturas mínimas de diseño serían, por tanto:

- Hipótesis Estática: $HCW_{d,min.} = SE + EC + a_2 + a_4$ (Estática)
- Hipótesis Dinámica: $HCW_{d,min.} = SE + EC + a_2 + a_3 + a_4$ (Dinámica)⁵

Resultando que la altura mínima del hilo de contacto por diseño sería el valor máximo de las hipótesis estática y dinámica.

$$HCW_{d,min.} = \max.(HCW_{d,min.,DIN} ; HCW_{d,min.,EST})$$

4.1.2.2.2. Gálibo del pantógrafo

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.10 de la ETI de energía:

⁵ El término a_1 que aparece en la figura 4.1.2.2.1.4 se ha excluido de la suma de términos de esta expresión pues, al ser equivalente a T_N , está ya considerado en la fórmula de SE.

En caso de que se permitan varios pantógrafos por una vía, el gálibo mecánico y eléctrico del pantógrafo deberá ser la envolvente del gálibo obtenido para cada uno de los pantógrafos.

En el caso de vías con tercer carril, para la circulación simultánea de vehículos en ancho de vía nominal de 1668 mm y 1435 mm, el gálibo mecánico y eléctrico del pantógrafo será la envolvente del gálibo obtenido para cada vía.

En el caso de líneas inicialmente diseñadas con ancho de vía nominal de 1668 mm en las que se prevea un futuro cambio a ancho de vía nominal de 1435 mm con descentramiento del eje de la vía, el gálibo mecánico y eléctrico del pantógrafo será la envolvente del gálibo obtenido en las dos situaciones.

En líneas electrificadas en 3 kV c.c. en que se prevea una futura transformación a 25 kV c.a., el cálculo del gálibo eléctrico del pantógrafo deberá tener en cuenta asimismo las distancias de aislamiento correspondientes a la tensión de 25 KV c.a.

Ningún componente del subsistema de energía entrará dentro del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo salvo el hilo de contacto y el brazo de atirantado. Cualquier otro elemento que no esté aislado y se encuentre conectado a tierra o a potencial diferente de la línea aérea de contacto deberá, además, encontrarse fuera del gálibo eléctrico del pantógrafo.

Los gálibos mecánico cinemático y eléctrico del pantógrafo se determinarán empleando la metodología que se muestra en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio). Para la determinación de dichos gálibos se considerará la simplificación de los perfiles de pantógrafo de 1950 mm y 1600 mm indicados en las figuras 4.1.2.2.2.a y 4.1.2.2.2.b. Ambas simplificaciones son las envolventes de los pantógrafos que se utilizan en las líneas definidas en el apartado 1.1 a la entrada en vigor del presente libro.

Figura 4.1.2.2.2.a. Simplificación del perfil de pantógrafo de 1950 mm

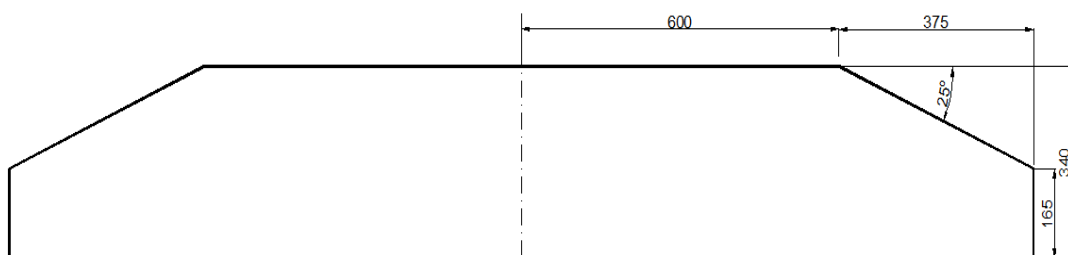
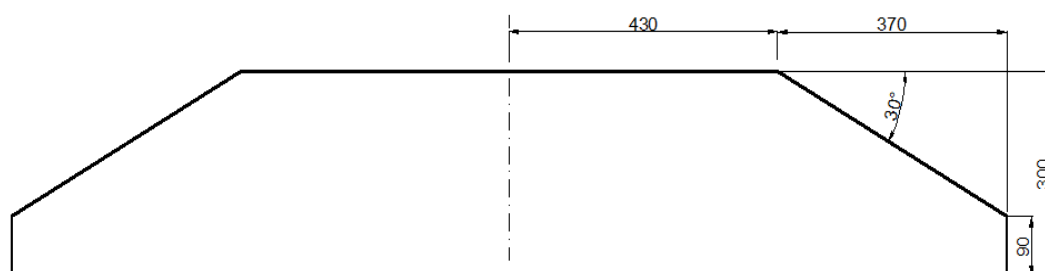


Figura 4.1.2.2.2.b. Simplificación del perfil de pantógrafo de 1600 mm



Además del cumplimiento de los gálibos mecánico cinemático y eléctrico del pantógrafo, deberá quedar libre un espacio adicional para alojar los equipos de la línea aérea de contacto.

4.1.2.2.3. Fuerza de contacto estática (parámetro no incluido en la ETI)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La línea aérea de contacto estará diseñada para una fuerza de contacto estática comprendida dentro del intervalo especificado en el cuadro 4.1.2.2.3.

Cuadro 4.1.2.2.3: Fuerzas de contacto estáticas

Sistema	Intervalo de aplicación de la fuerza de contacto estática (N)
c.a. 25 kV	60 a 90
c.c. 3 kV	90 a 120

4.1.2.2.4. Fuerza de contacto media

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.11 de la ETI de energía:

Las curvas de la fuerza de contacto media en función de la velocidad se aplican para velocidades de hasta 320 km/h. Para obtener el valor de la fuerza de contacto media para velocidades mayores de 320 km/h será necesario llevar a cabo un estudio sobre el comportamiento del conjunto pantógrafo-catenaria, definiendo nuevas especificaciones y métodos de evaluación de la conformidad según el apartado 6.1.3 del presente libro.

4.1.2.2.5. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.12 de la ETI de energía:

El equipo de la línea aérea de contacto debe estar diseñado para permitir las fuerzas de contacto máximas admisibles entre el pantógrafo y el hilo de contacto. Deben tenerse en cuenta los efectos aerodinámicos que se producen a la máxima velocidad admisible del vehículo.

La fuerza de contacto mínima debe ser positiva para asegurar que no hay pérdida de contacto entre el pantógrafo y la línea aérea de contacto.

Los valores de las fuerzas varían con diferentes combinaciones de pantógrafos y sistemas de líneas aéreas de contacto. Los valores simulados o medidos de las fuerzas de contacto entre el hilo de contacto y la banda de frotamiento no deben sobrepasar el margen determinado en el cuadro 4.1.2.2.5.a.

Cuando las fuerzas de contacto se usen para verificar la calidad de la captación de corriente, el valor medio y la desviación estándar de la fuerza de contacto deben ser los criterios de dicha calidad.

La fuerza de contacto media (F_m) más tres desviaciones típicas en una línea al aire libre será igual o inferior al valor máximo definido en el cuadro 4.1.2.2.5.a. La fuerza de contacto media menos tres desviaciones típicas debe ser positiva.

Cuadro 4.1.2.2.5.a: Fuerza de contacto entre el pantógrafo y el hilo de contacto

Sistema	Velocidad (km/h)	Fuerza media de contacto	
		Máxima (N)	Mínima (N)
25 kV c.a.	≤ 200	300	> 0
	> 200	350	> 0
3 kV c.c.	≤ 200	300	> 0
	> 200	400	> 0

El cumplimiento de los requisitos de comportamiento dinámico se verificará con arreglo al apartado 7.3 de la norma UNE-EN 50367, mediante la evaluación de:

- la elevación del hilo de contacto
- y
- la fuerza de contacto media F_m y la desviación estándar σ_{max}

Los valores que deben alcanzarse se indican en el cuadro 4.1.2.2.5.b.

Cuadro 4.1.2.2.5.b: Requisitos de comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (según la ETI de energía, cuadro 4.2.12)

Requisito	Todas las líneas (para cualquier velocidad)
Espacio mínimo para la elevación del brazo de atirantado	$2 S_0^*$
Fuerza de contacto media F_m	Véase el apartado 4.1.2.2.4.
Desviación estándar máxima a la velocidad máxima de la línea σ_{max} (N)	$0,3 F_m$

* S_0 es la elevación del hilo de contacto en un brazo de atirantado, producida en las condiciones normales de funcionamiento con uno o varios pantógrafos con el límite superior de la fuerza de contacto media F_m a la velocidad máxima de la línea (según la norma UNE-EN 50119) y para una longitud de vano máxima. El valor del parámetro S_0 puede ser obtenido mediante cálculo, simulación o medición. El espacio para la elevación libre y sin restricciones del hilo de contacto en el soporte debe ser como mínimo el doble de la elevación teórica. Cuando la elevación del brazo de atirantado está físicamente limitada debido al diseño de la línea aérea de contacto, es admisible reducir el espacio necesario a $1,5 S_0$ (aplíquese el apartado 5.10.2 de la norma UNE-EN 50119).

Para el caso de vía de tres carriles, se deberá estudiar el parámetro S_0 para todas las posibles circulaciones en ambos anchos, teniendo en cuenta los pantógrafos utilizados y la posición del tercer carril, adoptando el que resulte más restrictivo.

Para las definiciones, valores y métodos de ensayo hay que remitirse a las normas UNE-EN 50317 y UNE-EN 50318.

Para componentes rígidos, como los aisladores de sección en los sistemas de la línea aérea de contacto para velocidades de hasta 200 km/h, la fuerza de contacto puede aumentar hasta un máximo de 350 N.

4.1.2.2.6. Separación entre pantógrafos utilizada para el diseño de la línea aérea de contacto

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.13 de la ETI de energía.

4.1.2.2.7. Material del hilo de contacto

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.14 de la ETI de energía.

4.1.2.2.8. Secciones de separación de fases

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.15.1 de la ETI de energía:

La longitud total D de las secciones neutras se define en el anexo A. Para el cálculo de D se tendrán en cuenta las distancias de aislamiento eléctrico de

conformidad con el apartado 4.1.2.2.11 del presente libro y una elevación de S_0 , definida en el apartado 4.1.2.2.5 del mismo.

Líneas con velocidad $v \geq 250$ km/h

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con los apartados 4.2.15.2 y 7.4.2.7.2 de la ETI de energía.

Líneas con velocidad $v \leq 250$ km/h

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.15.3 de la ETI de energía.

4.1.2.2.9. Secciones de separación de sistemas

Se incluye la siguiente instrucción adicional en relación con el apartado 4.2.16 de la ETI de energía:

Un sistema de separación entre sistemas de c.a. y c.c. precisa adoptar medidas adicionales en el circuito de retorno tal como se especifica en los apartados 5.2 y 6 (salvo el 6.7) de la norma UNE-EN 50122-2.

El paso por la sección de separación de sistemas se realizará con el pantógrafo bajado, y por consiguiente con los interruptores principales abiertos, y sin tocar el hilo de contacto.

Las secciones se diseñarán de forma que se eliminen los arcos eléctricos formados por un pantógrafo levantado de forma no intencionada. Para ello, se dispondrá de equipos que desconecten ambos sistemas de alimentación si un pantógrafo permanece levantado, por ejemplo, mediante detectores de tensión.

La sección de separación de sistemas se incluye en el anexo G, figura G. Además, deberá cumplir lo establecido en el apartado A.1.3 de la norma UNE-EN 50367. La longitud total D de la sección neutra se define en el Anexo A. Para el cálculo de D se tendrán en cuenta las distancias de aislamiento eléctrico de conformidad con el apartado 4.1.2.2.11 del presente libro y una elevación S_0 , definida en el apartado 4.1.2.2.5 de la misma.

4.1.2.2.10. Línea aérea de contacto. Calentamiento de los conductores

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.5.(3) de la ETI de energía.

4.1.2.2.11. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra (*parámetro no incluido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Hay que considerar dos grupos de elementos dentro del sistema de la línea aérea de contacto:

- a) Un primer grupo que incluye todos los conductores desnudos del sistema excepto el hilo o hilos de contacto, el sustentador sus colas o conductores de anclaje, colas de puntos fijos y péndolas.

Para las distancias entre estos conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos será de aplicación el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09) según el cual esta distancia no será inferior a:

- 0,27 m para líneas de 25 kV c.a., según la tabla 15 de la ITC-LAT 07, que corresponde a una tensión más elevada de la red de 29 kV.
- 0,09 m para líneas de 3 kV c.c., según la tabla 15 de la ITC-LAT 07, que corresponde a una tensión más elevada de la red de 3,9 kV.

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h. A estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de -5 °C para zona A, de -10 °C para zona B y de -15 °C para zona C. Siendo:

Zona A: la situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

Zona B: la situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Zona C: la situada a una altitud superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

- b) Un segundo grupo que incluye:

- Los conductores desnudos correspondientes al hilo o hilos de contacto, el sustentador, sus colas o conductores de anclaje, colas de puntos fijos y péndolas.
- Cualquier parte en tensión del sistema, no incluida en el primer grupo (a)

Las distancias de aislamiento en el aire recomendadas entre tierra y las partes en tensión de estos elementos se establecen en el cuadro 4.1.2.2.11.

Cuadro 4.1.2.2.11: Distancia de aislamiento eléctrico

Tensión	Distancia de aislamiento recomendada (mm)	
	Estática	Dinámica
3 kV c.c.	150	50
25 kV c.a.	270	150

En líneas nuevas de 3 kV c.c., y en la electrificación nueva a 3 kV c.c. de las existentes si un estudio de viabilidad técnica y económica lo aconseja, las distancias de aislamiento mínimas serán las aplicables a c.a. en el cuadro 4.1.2.2.11 para prever un cambio a 25 kV c.a.

Los valores del cuadro 4.1.2.2.11 no se aplican a los aisladores de sección a los que se pueden aplicar valores más bajos para asegurar un funcionamiento dinámico aceptable del pantógrafo y del sistema de línea aérea de contacto. Véase la norma UNE-EN 50122-1 para los valores de las distancias de aislamiento reducidas para aisladores de sección.

Los valores de las distancias de aislamiento que se determinan en el cuadro 4.1.2.2.11 pueden reducirse o aumentarse dependiendo de varios parámetros, por ejemplo, de la humedad absoluta, del margen de temperaturas ambiente, de la presión atmosférica, de la contaminación, de la densidad relativa del aire, de la forma y material de las estructuras tanto en tensión como puestas a tierra (véase la norma UNE-EN 50125-2). Cada caso, sin embargo, se debe considerar de forma individual.

Los valores de las distancias de aislamiento determinados en el cuadro 4.1.2.2.11 deberían aplicarse también a las distancias de aislamiento entre las partes en tensión contiguas de las líneas de contacto de diferentes secciones eléctricas cuyas tensiones y fases sean idénticas.

En zonas en las que puedan producirse sobretensiones debidas a rayos deberían utilizarse pararrayos u otros medios si las distancias de aislamiento eléctrico a estructuras puestas a tierra no son suficientes para evitar contorneamientos eléctricos.

4.1.2.2.12. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto de corriente alterna contiguas con fases distintas (*parámetro no incluido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Para un sistema de línea aérea de contacto puede haber una diferencia de fase entre las diferentes partes del sistema, resultando una tensión entre fases mayor que la tensión nominal. En sistemas con autotransformador de 50 kV, existe una diferencia de fase de 180° entre todas las partes en tensión conectadas a la línea del alimentador y todas las partes en tensión conectadas a la línea aérea de contacto.

Para sistemas de corriente alterna monofásicas, la diferencia de fase entre 120° y 180° en emplazamientos de secciones neutras se traduce en un efecto similar.

El cuadro 4.1.2.2.12 proporciona límites para las distancias de aislamiento recomendadas en el aire que deberían alcanzarse entre las partes en tensión de un sistema de la línea de contacto en corriente alterna con fases diferentes.

Cuadro 4.1.2.2.12: Distancia de aislamiento entre fases diferentes

Tensión nominal (kV)	Diferencia de fase (grados)	Tensión relativa (kV)	Distancia de aislamiento recomendada (mm)	
			Estática	Dinámica
25	120	43,3	400	230
25	180	50	540	300

Cuando un pantógrafo pasa por el solape de una sección de separación de fases, durante un breve periodo de tiempo una tensión entre fases actúa entre ambas líneas de contacto. Por tanto, la distancia de aislamiento entre ambas líneas de contacto se debe seleccionar de acuerdo con las distancias de aislamiento dinámicas que se establecen en el cuadro 4.1.2.2.12. Esta distancia de aislamiento debe mantenerse en todos los casos.

4.1.2.2.13. Distancia entre conductores en paralelo (parámetro no incluido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este parámetro es de aplicación a los cables desnudos que forman parte del sistema de la línea aérea de contacto (según se define en el apartado 3.1.1 de la UNE-EN 50119), excepto el hilo o hilos de contacto, el sustentador, sus colas o conductores de anclaje, colas de puntos fijos y péndolas.

Para estos elementos, las distancias entre los conductores en paralelo a distinta fase en las líneas de 25 kV c.a., o entre los conductores en paralelo de distinto circuito o paquete eléctrico en las líneas de 3 kV c.c., será de aplicación el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, Instrucción Técnica complementaria al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero), donde se regulan las distancias mínimas entre conductores entre sí, según la fórmula siguiente:

$$D = K\sqrt{F + L} + K'D_{pp}$$

Donde:

- D Separación entre conductores en metros;
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará como 0,6 según la tabla 16 del ITC LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero);
- F Flecha máxima en metros, según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero);
- L Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L = 0$;
- K' Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea, que se tomará como 0,75 según el apartado 5.4.1 del ITC-LAT 07 y el artículo 3 del capítulo I del citado Reglamento (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero);
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva durante sobretensiones de frente lento o rápido entre:
- conductores de fase para líneas de 25 kV c.a. Se tomará como 0,7 según la tabla 15 de la ITC-LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero), salvo para el caso de conductores con diferencia de fase de 180° en el que se tomará como 0,8.
 - conductores para líneas de 3 kV c.c. Se tomará como 0,10 m según la tabla 15 de la ITC-LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).

4.1.2.2.14. Línea aérea de contacto. Dimensionamiento mecánico (*parámetro no incluido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Dimensionamiento mecánico de los hilos de contacto.

a.1) Esfuerzo a tracción admisible s_w

El esfuerzo de tracción máximo admisible en funcionamiento, s_w , de un hilo de contacto depende de los parámetros definidos en los apartados a.2) a a.8). Todos estos parámetros deben ponderarse con un factor individual. El esfuerzo de tracción de rotura mínimo s_{min} del hilo de contacto debe multiplicarse por el producto de estos factores y de un coeficiente de seguridad n no superior a 0,65 para

obtener el esfuerzo de tracción máximo admisible en funcionamiento.

El esfuerzo de tracción máximo admisible en funcionamiento que se vaya a aplicar al hilo de contacto sin desgaste debe determinarse usando la siguiente ecuación:

$$S_w = S_{\min} \cdot n \cdot K_{\text{temperatura}} \cdot K_{\text{desgaste}} \cdot K_{\text{viento}} \cdot K_{\text{hielo}} \cdot K_{\text{rendimiento}} \cdot K_{\text{anclaje}} \cdot K_{\text{empalme}}$$

El esfuerzo de tracción de rotura mínimo s_{\min} del hilo de contacto es el valor, para cada tipo de hilo, de la "mínima resistencia a la tracción" que establece la tabla 4 del apartado 4.7.1 de la norma UNE-EN 50149.

a.2) Temperatura máxima $K_{\text{temperatura}}$

La resistencia a la tracción y el comportamiento de deformación de los hilos de contacto dependen de la temperatura máxima de funcionamiento. El factor $K_{\text{temperatura}}$ expresa la relación entre el esfuerzo de tracción admisible y la temperatura máxima de funcionamiento de un hilo de contacto, y se debe elegir entre los valores que recoge el cuadro 4.1.2.2.14.a.2.

Los valores en el cuadro 4.1.2.2.14.a.2 pueden interpolarse.

Cuadro 4.1.2.2.14.a.2: Factor $K_{\text{temperatura}}$ para los hilos de contacto

Material del hilo de contacto	$K_{\text{temperatura}}$	
	Para una temperatura máxima $\leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	Para una temperatura máxima $= 100\text{ }^{\circ}\text{C}$
Cu	1,0	0,8
Cu-Ag 0.1	1,0	1,0
Cu-Sn	1,0	1,0
Cu-Mg	1,0	1,0

Para temperaturas máximas de funcionamiento superiores a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, se debe determinar la reducción de la resistencia mecánica del conductor durante la vida del hilo mediante ensayos de tipo. El factor $K_{\text{temperatura}}$ debe ajustarse de acuerdo con la resistencia residual del hilo.

Nota: Además de tener en cuenta los requisitos del esfuerzo en tracción admisible, se deberán considerar las propiedades del material del hilo de contacto en relación a su resistencia a la deformación. Para conseguir esta resistencia a la deformación, deberá adoptarse un esfuerzo en tracción y/o una temperatura de funcionamiento que sean admisibles.

a.3) Desgaste admisible K_{desgaste}

Las disposiciones relativas al desgaste admisible deben realizarse mediante la aplicación de un factor apropiado al desgaste admisible.

$$K_{\text{desgaste}} = 1 - x$$

donde

x es el desgaste admisible expresado en una proporción del área total de la sección transversal.

Este porcentaje lo deberá fijar el administrador de la infraestructura. Este valor deberá tener en cuenta las condiciones eléctricas y térmicas de funcionamiento previstas para el hilo de contacto por el administrador de Infraestructuras, en todos los estados previstos y de acuerdo con los requisitos de la presente Instrucción.

a.4) Cargas a causa del viento K_{viento}

El efecto de las cargas de viento sobre la fuerza de tracción máxima del hilo de contacto depende del diseño de las líneas aéreas de contacto. El factor K_{viento} depende de las cargas de viento y hielo y del tipo de línea aérea de contacto y debe establecerse de acuerdo con lo dispuesto en el cuadro 4.1.2.2.14.a.4.

Cuadro 4.1.2.2.14.a.4: Factor K_{viento} para hilos de contacto

Tipo de línea aérea de contacto	K_{viento}
Hilo de contacto y sustentador, ambos compensados	1,00
Hilo de contacto compensado y sustentador sin compensación	0,95
Hilo de contacto compensado y sin sustentador	0,95
Hilo de contacto y sustentador, ambos sin compensación	0,80

a.5) Cargas de hielo K_{hielo}

El efecto de las cargas de hielo sobre la fuerza de tracción máxima del hilo de contacto depende del diseño de las líneas aéreas de contacto. El factor K_{hielo} depende de las cargas de hielo y del tipo de línea aérea de contacto y se debe establecer de acuerdo con lo dispuesto en el cuadro 4.1.2.2.14.a.5.

Cuadro 4.1.2.2.14.a.5. Factor K_{hielo} para hilos de contacto

Tipo de línea aérea de contacto	K_{hielo}
Hilo de contacto y sustentador, ambos compensados mecánicamente	0,95
Hilo de contacto compensado mecánicamente y sustentador sin compensación	0,95
Hilo de contacto compensado mecánicamente y sin sustentador	0,95
Hilo de contacto y sustentador, ambos sin compensación mecánica	0,88

a.6) Rendimiento y precisión de los equipos de compensación mecánica

$K_{rendimiento}$

El rendimiento de los equipos de compensación mecánica viene definido por el factor $K_{rendimiento}$. Cuando se instala un equipo de compensación mecánica de acuerdo con las instrucciones del proveedor, $K_{rendimiento}$ debe ser igual al rendimiento especificado y comprobado por el proveedor.

Cuando no exista compensación mecánica, $K_{rendimiento}$ debe ser igual a 1,0.

a.7) Herrajes de anclaje $K_{anclaje}$

El efecto de los herrajes de anclaje viene definido por el factor $K_{anclaje}$ que debe ser igual a 1,00 si la fuerza de fijación es igual o mayor que el 95% de la resistencia a la tracción del hilo de contacto. De no ser así, $K_{anclaje}$ deberá ser igual al cociente entre la fuerza de anclaje y la resistencia a la tracción.

a.8) Empalmes $K_{empalme}$

El efecto de los empalmes y soldaduras viene definido por el factor $K_{empalme}$. Este debe ser igual a 1,00 si no se realizan empalmes o soldaduras, o si los valores de la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento después de la rotura en la zona de empalme o soldadura están de acuerdo con los valores especificados para el material del hilo. De no ser así, $K_{empalme}$ debe ser igual a la relación entre la resistencia a la tracción de las soldaduras o empalmes y la mayor resistencia a la tracción asignada calculada del hilo de contacto. La mínima resistencia a la

tracción de las soldaduras o empalmes deberá ser conforme a la norma UNE-EN 50149.

b) Dimensionamiento mecánico del sustentador

b.1) Carga de tracción admisible F_w

La carga de tracción máxima admisible en funcionamiento del sustentador depende de los parámetros definidos desde el apartado b.2) al b.7). Todos estos parámetros deberán ponderarse con un factor individual. La carga mínima de rotura F_{Bmin} del sustentador deberá multiplicarse por el producto de estos factores y por un factor n no superior a 0,65 para obtener la carga de tracción máxima admisible en funcionamiento.

Los valores en el cuadro 4.1.2.2.14.b.2 pueden interpolarse.

La carga de tracción máxima admisible en funcionamiento deberá determinarse utilizando la siguiente ecuación:

$$F_w = F_{Bmin} \cdot n \cdot K_{temperatura} \cdot K_{viento} \cdot K_{hielo} \cdot K_{rendimiento} \cdot K_{amclaje} \cdot K_{carga}$$

La carga mínima de rotura F_{Bmin} del sustentador se determinará según la normativa aplicable al tipo de cable empleado.

b.2) Temperatura máxima $K_{temperatura}$

El factor $K_{temperatura}$ debe seleccionarse entre los valores del cuadro 4.1.2.2.14.b.2. A temperaturas de funcionamiento más altas, el factor debe reducirse de acuerdo con la posible reducción en tanto por ciento de la resistencia a la tracción.

Los valores en el cuadro 4.1.2.2.14.b.2 pueden interpolarse.

Cuadro 4.1.2.2.14.b.2: Factor $K_{temperatura}$ para conductores trenzados

Tipo de conductor trenzado	$K_{temperatura}$	
	Para una temperatura máxima ≤ 80 °C	Para una temperatura máxima = 100 °C
Cu	1,0	0,8
Aleación de Al	1,0	0,8
Cu-Ag	1,0	1,0
Cu-Sn 0,4	1,0	1,0
Cu-Mg / Acero	1,0	1,0
ACSR / AACSR	1,0	0,8

Para temperaturas máximas de funcionamiento superiores a 100 °C, se debe determinar la reducción de la resistencia mecánica del

cable durante la vida de este mediante ensayos de tipo. El factor $K_{\text{temperatura}}$ debe ajustarse de acuerdo con la resistencia residual del cable.

b.3) Cargas de viento K_{viento}

La carga de viento viene definida por el factor K_{viento} que depende de la velocidad del viento como se define en el cuadro 4.1.2.2.14.b3, dependiendo de la velocidad correspondiente del viento y de si el sustentador está o no compensado mecánicamente.

Cuadro 4.1.2.2.14.b.3: Factor K_{viento} para conductores trenzados

Tipo de anclaje	K_{viento}	
	Velocidad del viento ≤ 100 km/h	Velocidad del viento > 100 km/h
Compensado	1,00	0,95
No compensado	0,95	0,90

La velocidad del viento a considerar será la velocidad básica fundamental indicada en el anexo F y definida en el anexo A del presente libro.

b.4) Cargas de hielo K_{hielo}

El efecto de las cargas de hielo se debe tener en cuenta para determinar la carga en funcionamiento máxima del conductor trenzado. El factor K_{hielo} depende de si el sustentador está o no compensado y debe elegirse entre los valores que recoge el cuadro 4.1.2.2.14.b.4.

Cuadro 4.1.2.2.14.b.4: Factor K_{hielo} para conductores trenzados

Tipo de anclaje	K_{hielo}
Compensado	1,00
No compensado	0,95

b.5) Rendimiento y precisión del equipo de compensación $K_{\text{rendimiento}}$

El rendimiento y la precisión del equipo de compensación mecánica vienen definidos por el factor $K_{\text{rendimiento}}$. Cuando el equipo de compensación mecánica se instale de acuerdo con las instrucciones del proveedor, se asume que $K_{\text{rendimiento}}$ es igual al rendimiento especificado y comprobado por el proveedor.

Cuando no existe compensación mecánica, $K_{\text{rendimiento}}$ deberá ser igual a 1,0.

b.6) Herrajes de anclaje K_{anclaje}

El efecto de los herrajes de anclaje viene definido por el factor K_{anclaje} que debe ser igual a 1,00 si el esfuerzo de anclaje es igual o mayor que el 95% de la resistencia a la tracción asignada calculada (RTS, por sus siglas en inglés). De no ser así, K_{anclaje} debe ser igual a la relación entre la fuerza de anclaje y la resistencia a la tracción asignada calculada (RTS).

b.7) Carga vertical adicional K_{carga}

El efecto de las cargas verticales sobre los hilos sustentadores viene definido por el factor K_{carga} igual a 0,8. En los sustentadores sobre los que no actúen cargas, el factor K_{carga} debe ser igual a 1,0.

Nota: Las cargas de las péndolas no se incluyen en el factor K_{carga} .

c) Dimensionamiento mecánico de otros conductores trenzados

En conductores trenzados para usos distintos a los de los sustentadores, los requisitos determinados desde el apartado b.1) al b.7) solo deben aplicarse si la carga en funcionamiento excede el 40% de la carga de rotura calculada del conductor trenzado.

Se deberían considerar los casos de carga de la especificación a la que se refiere el apartado 6.3.1 de la UNE-EN 50119.

d) Dimensionamiento mecánico de cargas de alambre

Los conductores de alambre del sistema de la línea aérea de contacto que no sean hilos de contacto no deben cargarse por encima del 40% de la carga de rotura mínima.

e) Dimensionamiento mecánico de cables de materiales no conductores

e.1) Generalidades

Los cables formados por materiales no conductores solo pueden usarse hasta su carga en funcionamiento calculada. Se debe prestar especial atención a las cargas de cizallamiento, al radio de curvatura, a la disposición de los anclajes y al alargamiento. Estos requisitos se aplican a cables hechos de fibras sintéticas que constan de una cubierta sintética externa para proteger las fibras. Véase la norma UNE-EN 50345 para más información.

e.2) Carga de tracción admisible F_w

La carga de tracción admisible de un cable debe ponderarse con un factor individual (Véanse los apartados e.3) a e.7)). La carga mínima de rotura $F_{B_{\text{min}}}$ de las fibras combinadas debe multiplicarse por el

producto de estos factores y por un factor n no superior a 0,45 para obtener la carga de tracción máxima admisible en funcionamiento.

La carga de tracción máxima admisible en funcionamiento debe determinarse a partir de:

$$F_w = F_{Bmin} \cdot n \cdot K_{viento} \cdot K_{hielo} \cdot K_{anclaje} \cdot K_{carga} \cdot K_{radio}$$

La carga mínima de rotura F_{Bmin} de los cables de materiales no conductores se determinará según la normativa aplicable al tipo de cable empleado.

e.3) Cargas de viento K_{viento}

La carga de viento viene definida por el factor K_{viento} que debe seleccionarse dependiendo de la velocidad del viento:

$$K_{viento} = 1,00 \text{ para una velocidad del viento } \leq 100 \text{ km/h}$$

$$K_{viento} = 0,90 \text{ para una velocidad del viento } > 100 \text{ km/h}$$

La velocidad del viento a considerar será la velocidad básica fundamental definida en el anexo F del presente libro.

e.4) Cargas de hielo K_{hielo}

Los efectos de las cargas de hielo deben tenerse en cuenta:

$$K_{hielo} = 0,95$$

e.5) Herrajes de anclaje $K_{anclaje}$

El efecto de los herrajes de anclaje debe definirse por el factor $K_{anclaje}$:

$$K_{anclaje} = 1,00 \text{ para herrajes de anclaje tipo cono}$$

$$K_{anclaje} = 0,80 \text{ para otros tipos}$$

e.6) Cargas verticales K_{carga}

El efecto de las cargas verticales debe definirse usando el factor K_{carga} :

$$K_{carga} = 0,7 \text{ cuando se apliquen cargas verticales;}$$

$$K_{carga} = 1,0 \text{ sin que se apliquen cargas.}$$

NOTA Las señales de dirección o los cables de alimentación para luces de tráfico o para la línea aérea de contacto son ejemplos de cargas verticales a considerar.

e.7) Radio de curvatura mínimo K_{radio}

El efecto del radio de curvatura en los cables debe definirse por el factor K_{radio} de acuerdo con el cuadro 4.1.2.2.14.e.7.

Cuadro 4.1.2.2.14.e.7: Factor K_{radio} para cables de materiales no conductores

Radio de curvatura r (m)	K_{radio}
$r \geq 1$	1
$0,5 \leq r < 1$	0,9
$0,2 \leq r < 0,5$	0,8
$0,1 \leq r < 0,2$	0,7
$r < 0,1$	0,5

4.1.2.2.15. Sistemas de suspensión (parámetro no recogido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Las catenarias compensadas deben estar suspendidas mediante ménsulas o soportes que permitan el desplazamiento longitudinal. Las catenarias no compensadas pueden estar sostenidas por ménsulas o soportes fijos.

En los lugares en que la velocidad de la línea sea mayor de 100 km/h o donde se demanden elevadas corrientes de funcionamiento, se debería utilizar una catenaria con sustentador u otro sistema de suspensión.

4.1.2.2.16. Sistemas de compensación (parámetro no recogido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Las tensiones en los hilos de contacto y sustentadores deben mantenerse dentro de los parámetros del diseño del sistema. Para asegurar una correcta captación de corriente a velocidades por encima de 100 km/h, los hilos de contacto deben compensarse. Los sustentadores deben contar también con compensación para velocidades por encima de 120 km/h.

Para velocidades por encima de 140 km/h, los sustentadores y los hilos de contacto deben contar con compensación independiente.

En el caso de catenarias compensadas, la tensión mecánica local en la línea aérea de contacto puede variar debido al descentramiento de los hilos de contacto a lo largo de la vía, al rendimiento de las compensaciones y al

rozamiento de las ménsulas. Debe tenerse en cuenta la máxima variación permisible de la tensión mecánica en la línea aérea de contacto.

Debe evitarse, mediante el replanteo correspondiente, la ubicación de los elementos de compensación dentro de los túneles. Cuando por la longitud de los mismos esto no fuera posible, y con el fin de evitar obstáculos en los pasillos longitudinales de evacuación de los túneles conforme al apartado 4.1.4.9.8 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden), es necesario que se adopten soluciones técnicamente viables, cuya geometría y volumen ocupen el mínimo espacio en el entorno de los pasillos antes citados.

4.1.2.2.17. Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos con otras catenarias (*parámetro no recogido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La configuración de la geometría de la Línea Aérea de Contacto deberá cumplir lo recogido en el apartado 5.11 de la UNE-EN 50119, además debe ser tal que al paso del pantógrafo, tanto por vía directa como por vía desviada, a la velocidad nominal de la línea se garantice que en cualquier caso:

- El hilo de contacto se mantenga dentro de la zona de trabajo del arco del pantógrafo, (conforme a lo establecido en la norma UNE EN 50367 para los pantógrafos especificados en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 (1600 mm) y 4.2.8.2.9.2.2 (1950 mm)).
- El hilo de contacto no golpee o se sitúe por debajo del trocador del pantógrafo.

Para la determinación de la posición relativa del pantógrafo y el hilo de contacto se tendrá en cuenta, la dilatación de los conductores, la desviación lateral del pantógrafo por efecto del viento, los esfuerzos dinámicos resultantes y la inclinación del pantógrafo.

Si debido a los esfuerzos generados en la interacción entre el pantógrafo y la catenaria al paso por la aguja aérea, se prevén fuerzas puntuales superiores a lo establecido, se podrán usar péndolas cruzadas para garantizar la elevación solidaria de los hilos de contacto al paso del pantógrafo.

En el caso de catenarias sobre vías de tres carriles se podrán adoptar soluciones particulares y se deberá tener en cuenta para el diseño de las agujas aéreas, la tipología de los pantógrafos que se utilizarán en la explotación de esta instalación.

4.1.2.2.18. Disposición de los seccionamientos (parámetro no recogido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Los seccionamientos deben permitir que el pantógrafo pase de un cantón de compensación al siguiente sin que se reduzca la velocidad ni se interrumpa el suministro de energía a la unidad motriz. El número y la longitud de los vanos, incluidas las diferencias de longitud entre vanos contiguos, y los gradientes de los hilos de contacto dentro de los seccionamientos deben diseñarse de forma que se cumpla con el margen admisible de fuerzas de contacto y con las diferencias admisibles en elasticidad. Es necesario tener en cuenta las velocidades máximas de circulación y los radios de la vía.

En los seccionamientos con equipos de compensación, los soportes o ménsulas de ambos equipos de las líneas de contacto deben permitir los desplazamientos sin restricciones de la línea de contacto, causados por la dilatación longitudinal relacionada con la temperatura.

Para seccionamientos de lámina de aire debe mantenerse la distancia de aislamiento eléctrico dinámica de los conductores paralelos, bajo las condiciones ambientales especificadas. Debe cumplirse la distancia de aislamiento eléctrico estática que se requiere en el aire.

Los seccionamientos no aislados deberán estar permanentemente conectados mediante una conexión eléctrica. Los seccionamientos de lámina de aire deberán estar conectados, en condiciones normales de funcionamiento, mediante un seccionador o por medio de una subestación.

4.1.2.2.19. Catenaria rígida (parámetro no recogido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

En las actuaciones que afecten a la electrificación de líneas existentes, y siempre que sea compatible con las exigencias de explotación, se valorará la posible instalación de catenaria rígida si ello facilita la futura implantación de los gálivos objetivo definidos en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio). Los requisitos de este parámetro son un punto pendiente en la presente Instrucción (ver anexo D, apartado D2).

4.1.2.3. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.17 ni con el apéndice F de la ETI de energía.

4.1.2.4. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.18 de la ETI de energía:

Los parámetros X , Y y Z , representados en la figura 4.1.2.4, que definen las dimensiones de la zona de la línea aérea de contacto (OCLZ) y de la zona de captación de corriente (CCZ), de acuerdo con el apartado 4.1 de la norma UNE-EN 50122-1, se establecen en:

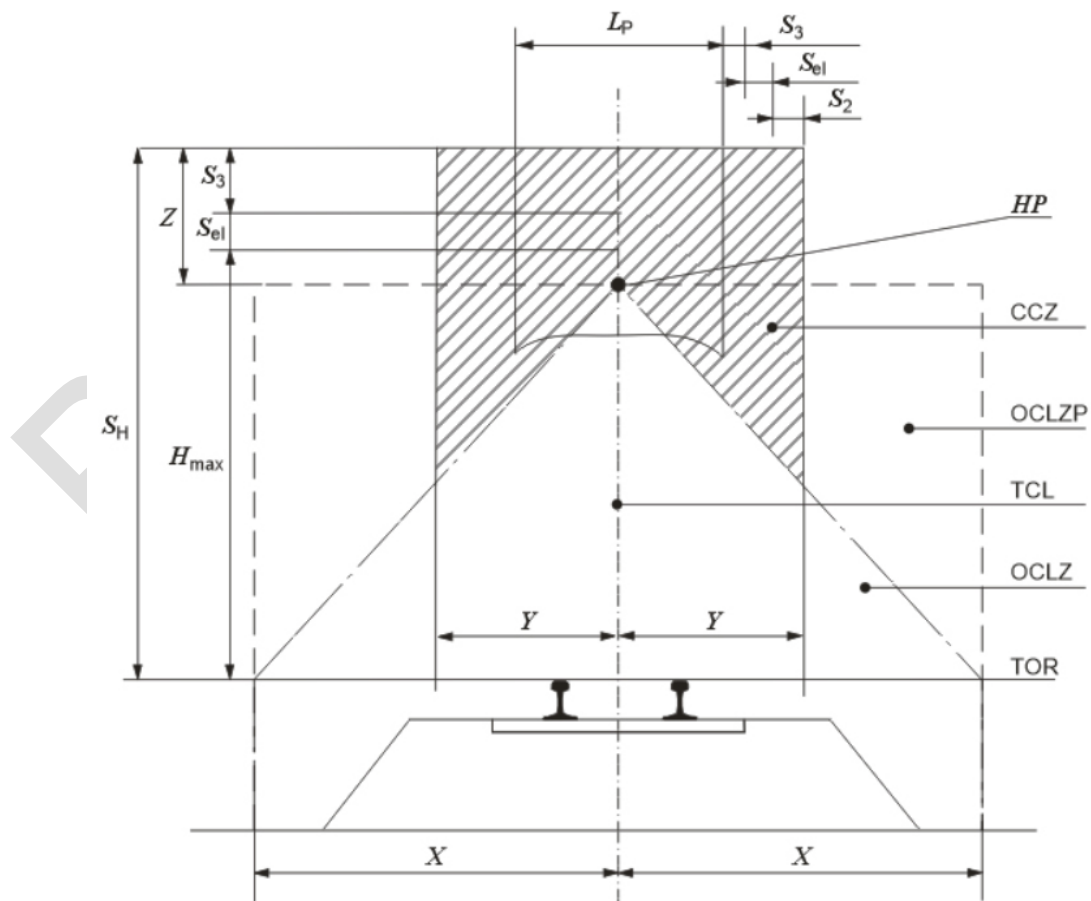
$$X = 5,0 \text{ m}$$

$$Y = 2,0 \text{ m}$$

$$Z = 1,5 \text{ m}$$

Adicionalmente, la zona de la línea aérea de contacto en los andenes, talleres y lugares similares, se amplía al rectángulo OCLZP de la figura 4.1.2.4, formado por X (a ambos lados del eje de la vía) y HP (punto más alto de la línea aérea de contacto).

Figura 4.1.2.4. Zona de la línea aérea de contacto y zona captación de corriente



Leyenda:

TOR	Plano de rodadura
HP	Punto más alto de la línea aérea de contacto
OCLZ	Zona de la línea aérea de contacto
CCZ	Zona de captación de corriente
OCLZP	Zona de la línea aérea de contacto en andenes, talleres y lugares similares
TCL	Eje de la vía
X	Longitud máxima de la semibase de la OCLZ proyectada horizontalmente sobre el plano de rodadura
Y	Longitud máxima de la semibase de la CCZ proyectada horizontalmente sobre el plano de rodadura
Z	Distancia entre HP y S_H
S_1	Anchura del desplazamiento lateral del pantógrafo
S_2	Distancia de seguridad lateral para el pantógrafo roto o descarrilado
S_3	Distancia de seguridad vertical para el pantógrafo roto o descarrilado
S_{el}	Distancia de aislamiento, de acuerdo con la norma EN 50119
S_H	Altura máxima de la zona de captación de corriente
L_p	Anchura del pantógrafo
$H_{m\acute{a}x.}$	Altura máxima del pantógrafo elevado completamente

4.1.2.5. Túneles

Los siguientes parámetros serán de aplicación a los túneles ferroviarios de la longitud indicada en el apartado correspondiente de la ETI de seguridad en túneles.

4.1.2.5.1. Segmentación de la línea aérea en los túneles

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.2.1 de la ETI de seguridad en túneles:

En el caso de que un túnel se divida en secciones y estas se doten de seccionadores, la ubicación de los mismos se reflejará en el Plan de Autoprotección del túnel, definido en el anexo A del presente libro.

4.1.2.5.2. Puesta a tierra de la línea aérea en los túneles

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.2.2 de la ETI de seguridad en túneles:

Se dispondrá de dispositivos de puesta a tierra en los puntos de acceso al túnel y, si los protocolos permiten la puesta a tierra de varias secciones independientes, se instalarán cerca de los puntos de separación entre secciones (véase el apartado 4.1.2.5.1). Estos serán instalaciones fijas accionadas manualmente y/o mediante control remoto (local y/o centralizado).

La maniobra manual de los dispositivos en caso de que estos dispongan de telecontrol, se realizará de forma coordinada con el centro de control que gobierne este telemando.

Los procedimientos y responsabilidades para el accionamiento de la puesta a tierra constarán en el Plan de Autoprotección (véase el apartado 4.3.2.4 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

4.1.2.6. Instalaciones de cambio de ancho (parámetro no incluido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este apartado es de aplicación a las instalaciones de cambio de ancho nuevas en líneas nuevas o acondicionadas.

Los cambiadores de ancho son instalaciones donde se produce el cambio de ancho de vía al paso de los trenes de forma automática a velocidades limitadas.

Para las definiciones y el resto de requisitos de las instalaciones de cambio de ancho debe consultarse el libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden) y el anexo A del presente libro.

4.1.2.6.1. Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho (*parámetro no incluido en la ETI de energía*)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

a) Criterio de electrificación de la zona del cambiador

Los criterios adoptados para la electrificación de los cambiadores son los siguientes:

- En el caso de cambiadores con una vía sin electrificar en uno de los lados, la zona del cambiador tendrá catenaria en ambos lados, y durante una distancia suficiente en el lado sin electrificar para evitar el impacto del pantógrafo con la estructura del cambiador en el caso de que accidentalmente no esté bajado.
- Cuando la línea en los dos lados del cambiador esté electrificada (aun cuando la tensión sea diferente en ambos lados) en la zona del cambiador se instalará catenaria.

La catenaria en el cambiador estará aislada eléctricamente de los tramos de línea colaterales, incluso cuando la tensión de la línea sea la misma en ambos lados.

- Si en ambos lados la alimentación es distinta, el tren cambiará el pantógrafo al paso por el cambiador.

- Si el tipo de tensión es la misma en ambos lados, el tren pasará normalmente con el pantógrafo levantado pero abriendo el disyuntor.

b) Características de la electrificación en la zona del cambiador

El cable sustentador puede ir anclado a los pórticos metálicos de la nave a la entrada y a la salida del edificio. Las cimentaciones de los tensores de los postes de anclaje deben estar situadas a más de 1 metro de su fachada.

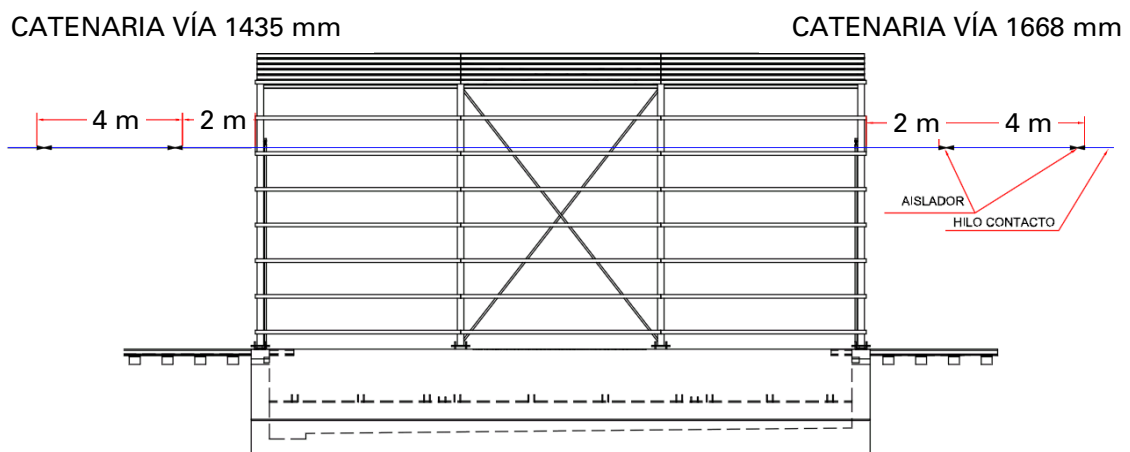
El sustentador se conectará al cable de guarda en la zona neutra creada en la nave del cambiador en caso de ser una electrificación en tensión alterna. Si la electrificación es de tensión continua, entre la unión del cable de guarda y el sustentador se instalará un aparato de limitación de corriente para evitar la corrosión galvánica en la estructura de la nave.

El sustentador de la zona neutra de la nave del cambiador se unirá a la estructura metálica de la nave.

El aislamiento eléctrico se consigue, en cada lado del cambiador, mediante dos parejas de aisladores, uno en el hilo de contacto y otro, en su caso, en el sustentador, o bien mediante dos aisladores de sección, separados 4 m. El comienzo del aislador más próximo a la fachada de la nave estará a 2 m de esta.

Los culatones en los que se apartan las locomotoras, si existen, deberán estar electrificados a la tensión que corresponda.

Figura 4.1.2.6.1.b: Electrificación en la zona del cambiador



c) Puesta a tierra de las estructuras

Todas las estructuras metálicas deben estar conectadas al sistema de tierra de electrificación y a la red de tierra del cambiador.

La estructura metálica de la nave se conectará al cable de retorno o cable de tierra ferroviario en función del tipo de electrificación:

1. Si ambas vías del cambiador tienen el mismo tipo de electrificación:
 - a. Electrificación en corriente continua. La estructura metálica de la nave del cambiador se unirá al cable de tierra directamente, y este al carril mediante un limitador de tensión o VDL, según se define en la norma UNE-EN 50122-1, que permita el paso de corriente en caso de una falta.
 - b. Electrificación en corriente alterna. La estructura metálica de la nave del cambiador se unirá al cable de retorno.
2. Si las vías del cambiador tienen diferente tipo de electrificación, la estructura metálica de la nave del cambiador se unirá al cable de retorno de la electrificación en corriente alterna. El cable de tierra de la electrificación en corriente continua se conectará a la estructura metálica de la nave mediante un limitador de tensión o VDL, según se define en la norma UNE-EN 50122-1, que permita el paso de corriente en caso de una falta.

En las instalaciones de eyección de agua caliente de los fosos de descongelación, todos los elementos metálicos deberán estar dotados de puestas a tierra independientes e interconectadas con la red de tierra de acuerdo con la norma UNE-EN 50122-1.

d) Continuidad de retorno

En caso de existir el mismo tipo de electrificación a ambos lados del cambiador de ancho, se instalará un cable de sección equivalente que una los carriles de ambos lados, proporcionando la continuidad necesaria de retorno. En el caso contrario no se instalará dicho cableado.

En los casos de cambio de sistema de corriente continua a alterna y a fin de separar eléctricamente los carriles de ambos sistemas, se intercalarán en cada carril de la vía dos juntas aislantes separadas 2m ubicadas bajo el primer aislador de la zona de corriente continua, de modo que se consiga la separación eléctrica de los dos circuitos de retorno.

Para minimizar el riesgo de choque eléctrico producido por potencial de carril y en cumplimiento de la norma UNE EN 50122-1 punto 6.2.1 y 6.2.2, en la zona de foso e instalaciones del cambiador de ancho los carriles deberán estar conectados a tierra.

4.1.2.7. Instalaciones de lavado bajo catenaria (parámetro no incluido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Las instalaciones de lavado de trenes bajo catenaria deberán disponer de una protección que impida la puesta en marcha del sistema de lavado mientras no se produzca una puesta a tierra de la línea aérea de contacto, que deberá quedar aislada del circuito eléctrico mediante zonas neutras.

Las puestas a tierra deberán ser de instalación permanente, mediante seccionador telemandado, enclavado con el dispositivo de puesta en marcha del tren de lavado.

La restitución de la alimentación en la catenaria deberá realizarse de forma telemandada y cuando el tren de lavado se encuentre parado. Durante las operaciones de puesta en tensión, se dispondrá de sistemas de aviso visual y acústico, que alerten de que dicha operación se está llevando a cabo.

Todos los elementos metálicos deberán estar dotados de puestas a tierra independientes e interconectadas con la red de tierra de acuerdo con la norma UNE-EN 50122-1.

4.1.2.8. Instalaciones en talleres con acceso a zona de pantógrafos (parámetro no incluido en la ETI de energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Las instalaciones de talleres con acceso a zona de pantógrafos deben disponer de sistemas que impidan el acceso a dichas zonas cuando la línea de contacto no esté conectada a tierra y que alerten de forma acústica y luminosa de la ausencia de puesta a tierra y de la posible energización de la instalación.

Para ello se dispondrán de barreras físicas cuya apertura esté enclavada o condicionada a esta puesta a tierra. Este enclavamiento se realizará mediante un sistema electro-mecánico.

El sistema de enclavamiento consistirá en una caja con una llave para liberar la puesta a tierra y accionar la alimentación a catenaria y varias llaves para ser usadas por los operarios para acceder a las zonas de pantógrafos.

La llave para accionar la alimentación solo se puede extraer si todas las llaves de acceso a zonas de pantógrafos están introducidas y prisioneras, y las llaves de acceso a zonas de pantógrafos pueden extraerse si y solo si la llave de accionamiento de la alimentación eléctrica está introducida y prisionera.

De esa manera, cada operario puede extraer una llave de acceso del sistema para acceder a la zona de pantógrafos si y solo si la catenaria está desconectada de la fuente de corriente y conectada a tierra.

Para acceder a las zonas de pantógrafo, las llaves de acceso permitirán abrir dichos accesos mediante cerrojos, pero quedarán prisioneras en los cerrojos cuando estos accesos estén abiertos. Solamente se podrán liberar las llaves estando el acceso cerrado y asegurado.

Una vez que los operarios han terminado su trabajo pueden introducir sus llaves en la caja del sistema.

Solamente cuando todas las llaves de accesos estén introducidas en la caja de enclavamiento podrá liberarse la llave de alimentación a catenaria.

La alimentación a la catenaria debe ir acompañada por señalización acústica y luminosa.

La secuencia de acceso a zonas de pantógrafos será la siguiente:

1. Se desconecta la fuente de corriente a la catenaria.
2. Se conecta la catenaria a tierra.

Tras estos dos primeros pasos se libera de los cerrojos del seccionador de alimentación y del de puesta a tierra la llave de enclavamiento.

3. Se introduce la llave en la caja de enclavamiento, una señalización luminosa indica que el sistema está en posición de permitir el acceso a zonas de pantógrafos.
4. Se liberan las llaves de acceso a zonas de pantógrafos por los operarios que lo precisen.
5. Para acceder a las zonas de pantógrafos se introducen en las cerraduras dichas llaves que no se pueden liberar hasta que no se cierren los accesos a zonas de pantógrafos.

La secuencia de puesta en tensión será la siguiente:

1. Se cierran los accesos a zonas de pantógrafos pudiendo extraer las llaves de las correspondientes cerraduras.
2. Se introducen las llaves de accesos a zonas de pantógrafos en la caja de enclavamiento.

Cuando todas las llaves de acceso a zonas de pantógrafos se han introducido en la caja de enclavamiento, se puede liberar la llave de alimentación.

3. Al extraer la llave del seccionador de alimentación, una señalización luminosa y acústica avisa de que la instalación puede energizarse.
4. Con la llave se libera el seccionador de puesta a tierra, desconectándolo y finalmente
5. Puede cerrarse el seccionador de alimentación a catenaria de la zona de pantógrafos

Todos los elementos metálicos deberán estar dotados de puestas a tierra independientes e interconectadas con la red de tierra de acuerdo con la norma UNE-EN 50122-1.

La separación eléctrica de la catenaria en la zona de pantógrafos se realizará con doble aislamiento.

4.2. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.3 de la ETI de energía:

Desde el punto de vista de la compatibilidad técnica, las interfaces de los requisitos del subsistema de energía, correspondientes a los parámetros funcionales y técnicos establecidos en el apartado 4.1, con los subsistemas de material rodante, infraestructura, control-mando y señalización y explotación y gestión del tráfico se describen en los apartados siguientes:

4.2.1. Material rodante

Cuadro 4.2.1: Interfaces entre los subsistemas de energía y material rodante⁶

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Tensión y frecuencia	4.1.2.1.1	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia.	4.2.8.2.2
Corriente máxima del tren	4.1.2.1.2.1	Potencia máxima y corriente de la línea aérea de contacto	4.2.8.2.4
Factor de potencia y tensión útil media	4.1.2.1.2.2	Factor de potencia	4.2.8.2.6

⁶ Orden TMA/576/2020, de 22 de junio, 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)»

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	4.1.2.1.3	Corriente máxima en parado para sistemas de corriente continua	4.2.8.2.5
Calentamiento de los conductores	4.1.2.2.10		
Frenado de recuperación	4.1.2.1.4	Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3
Medidas de coordinación de la protección eléctrica	4.1.2.1.5	Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	4.1.2.1.6	Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	4.2.3.3.1
		Perturbaciones del sistema de energía para sistemas de corriente alterna.	4.2.8.2.7
Compatibilidad electromagnética. Efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c.	4.1.2.1.7	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2
		Características del material rodante para la compatibilidad con los sistemas de detección de trenes	4.2.3.3.1
Geometría de la línea aérea de contacto	4.1.2.2.1	Rango de alturas de trabajo. Altura del pantógrafo	4.2.8.2.9.1
		Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2
Gálibo del pantógrafo	4.1.2.2.2	Gálibo	4.2.3.1
		Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2
Fuerza de contacto estática	4.1.2.2.3	Fuerza estática de contacto del pantógrafo	4.2.8.2.9.5
Fuerza de contacto media	4.1.2.2.4	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	4.1.2.2.5	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Separación entre pantógrafos utilizada para el diseño de la línea aérea de contacto	4.1.2.2.6	Disposición de los pantógrafos	4.2.8.2.9.7
Material del hilo de contacto	4.1.2.2.7	Material del frotador	4.2.8.2.9.4.2
Secciones de separación: - fases - sistemas	4.1.2.2.8 4.1.2.2.9	Circulación a través de una sección de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8
Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho	4.1.2.6.1		
Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra	4.1.2.2.11	Gálibo	4.2.3.1
		Rango de alturas de trabajo del pantógrafo	4.2.8.2.9.1
		Aislamiento del pantógrafo respecto al vehículo	4.2.8.2.9.9
Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto de c.a. contiguas con fases distintas	4.1.2.2.12	Circulación a través de secciones de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8
Línea aérea de contacto. Dimensionamiento mecánico	4.1.2.2.14	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos con otras catenarias	4.1.2.2.17	Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2
Disposición de los seccionamientos	4.1.2.2.18	Circulación a través de secciones de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	4.1.2.3	Sistema embarcado de medición de energía	4.2.8.2.8
Instalaciones de lavado bajo catenaria	4.1.2.7	Gálibo	4.2.3.1
		Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10
Instalaciones en talleres con accesos a zona de pantógrafos	4.1.2.8	Gálibo	4.2.3.1
		Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10

4.2.2. Infraestructura

Cuadro 4.2.2: Interfaces entre los subsistemas de energía y de infraestructura

IFE		IFI	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado del libro tercero
Gálibo del pantógrafo	4.1.2.2.2	Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2 4.1.4.1.1
Sistemas de compensación	4.1.2.2.16	Pasillos de evacuación en túneles	4.1.4.9.8
Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho	4.1.2.6.1	Instalaciones de cambio de ancho	4.1.4.11.1
Instalaciones de lavado bajo catenaria	4.1.2.7	Instalaciones para limpieza exterior de los trenes	4.1.4.11.3

4.2.3. Control-mando y señalización

Cuadro 4.2.3: Interfaces entre los subsistemas de energía y de control-mando y señalización

IFE		ETI de control-mando y señalización	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Secciones de separación de fases	4.1.2.2.8	Órdenes a los equipos del material rodante	4.2.2 4.2.3
Secciones de separación de sistemas	4.1.2.2.9	Órdenes a los equipos del material rodante	4.2.2 4.2.3

4.2.4. Explotación y gestión del tráfico

Cuadro 4.2.4: Interfaces entre los subsistemas de energía y de explotación y gestión del tráfico

IFE		ETI de explotación y gestión del tráfico	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Corriente máxima del tren	4.1.2.1.2.1	Compatibilidad de la ruta y composición del tren	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1
Secciones de separación de: - Fases - Sistemas	4.1.2.2.8 4.1.2.2.9	Compatibilidad de la ruta y composición del tren Preparación del libro de itinerarios	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1

4.2.5. Túneles

Cuadro 4.2.5: Interfaces entre los subsistemas de energía y seguridad en túneles

IFE		ETI de seguridad en túneles ferroviarios	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Segmentación de la línea aérea en los túneles	4.1.2.5.1	Segmentación de la línea aérea de contacto o de los carriles conductores	4.2.2.1
Puesta a tierra de la línea aérea en los túneles	4.1.2.5.2	Puesta a tierra de la línea de contacto	4.2.2.2
		Procedimientos de desconexión y puesta a tierra	4.4.4

4.3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.4 de la ETI de energía:

Las normas de explotación forman parte, junto a los procedimientos, del sistema de gestión de la seguridad del administrador de la infraestructura. Estas normas deben ser coherentes con la documentación relativa a explotación contenida en el expediente técnico definido en el artículo 87.4 del anexo XII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

En determinadas situaciones de obras programadas con antelación, puede ser necesario derogar temporalmente las especificaciones del subsistema de energía definidas en el capítulo 4 del presente libro.

Las normas de explotación relativas a la seguridad en túneles se definen en el apartado 4.3.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.5 de la ETI de energía:

Previamente a la entrada en servicio del subsistema de energía de una línea ferroviaria, el promotor preparará un Archivo de mantenimiento, como parte del expediente técnico que acompaña a la declaración de verificación. Dicho expediente técnico será elaborado por el solicitante de acuerdo con el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad

operacional e interoperabilidad ferroviarias, y deberá contener las características técnicas relacionadas con el diseño, incluidos planos y esquemas generales y de detalle en relación con la ejecución, documentación sobre el funcionamiento y el mantenimiento.

Las normas de mantenimiento relativas a la seguridad en túneles se definen en el apartado 4.4.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

El administrador de infraestructuras mantendrá el sistema de alimentación eléctrica (incluyendo subestaciones y puestos de seccionamiento), de la línea aérea de contacto y de sus interfaces, dentro de los límites de funcionamiento especificados, durante su vida útil.

El administrador de infraestructuras elaborará un plan de mantenimiento a fin de garantizar que las características especificadas del subsistema de energía se mantienen dentro de los límites prescritos. El plan de mantenimiento incluirá, en particular, la descripción de las competencias profesionales del personal y del equipo de protección que debe utilizar.

El administrador de infraestructuras elaborará un procedimiento de actuación en caso de defectos críticos para la seguridad y averías frecuentes del sistema, que deberá incluir en su sistema de gestión de la seguridad.

Los procedimientos de mantenimiento no degradarán medidas de seguridad tales como la continuidad del circuito de retorno de corriente, la limitación de sobretensiones y la detección de cortocircuitos.

4.5. COMPETENCIAS PROFESIONALES

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.6 de la ETI de energía:

Los sistemas de gestión de la seguridad tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- El administrador de infraestructuras será responsable de las competencias profesionales y la cualificación del personal que explota y controla el subsistema de energía, debiendo asimismo asegurar que los procesos de evaluación de la competencia están claramente documentados.
- El personal (inclusive los contratistas) de las empresas ferroviarias y administradores de infraestructuras debe haber adquirido una competencia profesional adecuada para desempeñar todas las funciones necesarias relacionadas con la seguridad en situaciones

normales, degradadas y de emergencia. Dicha competencia comprende unos determinados conocimientos profesionales y la capacidad de poner tales conocimientos en práctica.

- En el plan de mantenimiento se detallarán las competencias profesionales requeridas por el personal que mantiene el subsistema de energía (véase el apartado 4.4).

En la definición de las competencias profesionales necesarias para la explotación del subsistema de energía se tendrán en cuenta la ETI de explotación y gestión del tráfico (Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema “explotación y gestión del tráfico” del sistema ferroviario de la Unión Europea) y la normativa nacional en materia de personal ferroviario.

Las competencias profesionales relativas a la seguridad en túneles se definen en el apartado 4.5.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

4.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.7 de la ETI de energía:

Además de los requisitos especificados en los planes de mantenimiento, deberán tomarse precauciones para garantizar la salud y un alto nivel de seguridad del personal de operación y mantenimiento, especialmente en la zona de la vía, de conformidad con la normativa europea y nacional.

Para tal fin, los administradores de infraestructuras dispondrán de los procedimientos adecuados en su sistema de gestión de la seguridad, conforme a los siguientes criterios:

- El personal dedicado al mantenimiento, cuando trabaje en la vía o en sus inmediaciones, llevará ropa reflectante con la marca CE.
- El personal especificado en la ETI de explotación y gestión del tráfico (Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión) y en la normativa nacional en materia de personal ferroviario, que realice tareas críticas para la seguridad debe estar en condiciones físicas adecuadas para garantizar el cumplimiento de las normas generales de explotación y seguridad, para lo cual se realizarán los reconocimientos psicofísicos pertinentes establecidos en la normativa aplicable en centros homologados.

- Se aplicarán los procedimientos operativos de prevención de riesgos laborales del administrador de infraestructuras, de conformidad con la reglamentación nacional en vigor.

4.7. REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA

De acuerdo con el artículo 119 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, el registro de infraestructura contendrá los valores de los parámetros de red para el subsistema de energía.

En el Reglamento de Ejecución 2019/777/UE de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre las especificaciones comunes del registro de la infraestructura ferroviaria, se indica la información relativa al subsistema de energía que se incluirá en el mencionado registro de infraestructura.

BORRADOR

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

5.1. LISTA DE COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

No se incluyen prescripciones adicionales al apartado 5.1 de la ETI de energía.

5.2. PRESTACIONES Y ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES

No se incluyen prescripciones adicionales al apartado 5.2 de la ETI de energía.

BORRADOR

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

Para los apartados del presente capítulo:

- Siempre que se establezcan prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establezcan prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indicarán en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes indicando solamente que no se incluyen prescripciones adicionales a dichos apartados.
- Los apartados no contemplados en las ETI se identificarán añadiendo a continuación del título en letra cursiva la advertencia "apartado no incluido en las ETI".

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6 de la ETI de energía.

6.1. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.1 de la ETI de energía.

6.1.2. Aplicación de los módulos

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.2 de la ETI de energía.

6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.3 de la ETI de energía.

6.1.4. Procedimientos particulares de evaluación para el componente de interoperabilidad "línea aérea de contacto"

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.4 de la ETI de energía.

6.1.5. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.1.5 de la ETI de energía.

6.2. SUBSISTEMA DE ENERGÍA

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2 de la ETI de energía:

Este apartado es de aplicación a líneas de ancho ibérico, estándar europeo y métrico, salvo:

- el apartado 6.2.1.1 en el cual, para la evaluación de los subsistemas de energía de las líneas de ancho métrico se cumplirá todo lo que en dicho apartado 6.2.1.1 se exige para las instrucciones adicionales.

El apartado 6.2.4, cuyo ámbito de aplicación se especifica en la introducción del propio apartado.

6.2.1. Disposiciones generales

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.1 de la ETI de energía:

6.2.1.1. Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI)

A petición del promotor, el organismo notificado, para los requisitos establecidos en las ETI, o el organismo designado, para las normas nacionales descritas en el libro segundo de la presente Instrucción, llevarán a cabo la verificación del subsistema de energía de acuerdo con el artículo 87 y anexo XII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y con las disposiciones de los módulos aplicables, teniendo en cuenta además lo siguiente:

- El organismo notificado podrá emitir un certificado CE de declaración de verificación intermedia (DVI) para la etapa de diseño y otro para la etapa de producción, junto con los expedientes técnicos correspondientes.
- El organismo designado podrá emitir un certificado de declaración de verificación intermedia (DVI) para la etapa de diseño y otro para la etapa de producción, junto con los expedientes técnicos correspondientes.
- El promotor emitirá la correspondiente declaración de verificación intermedia, en su caso.

Para las instrucciones adicionales definidas en el capítulo 4 del presente libro, el promotor verificará su cumplimiento en las etapas de diseño y producción de acuerdo a lo establecido en el anexo C, y con ayuda de los expedientes técnicos correspondientes, en su caso. El promotor emitirá un informe sobre dicha verificación. Dicho informe se incluirá en aquel al que se refiere el apartado 2,a) del artículo 117 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. La verificación del cumplimiento de estas instrucciones adicionales las realizará el promotor por medio de, o bien un organismo de certificación (según se define en el anexo A del presente libro), o bien un organismo evaluador interno del propio promotor, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Estará identificado dentro de la organización, existiendo procedimientos de comunicación de la información de modo que se garantice su imparcialidad.
- No podrán ser responsables de la utilización ni del mantenimiento de los productos que evalúen ni podrán ejercer ninguna actividad que pueda ser incompatible con su necesaria independencia e integridad en relación con las actividades de evaluación.
- Tendrá una formación técnica adecuada.
- Tendrá los suficientes conocimientos acerca de las instrucciones adicionales objeto de evaluación, así como experiencia en la realización de los correspondientes procedimientos de evaluación.
- Tendrá capacidad para redactar el informe de verificación de las instrucciones adicionales.

Las fases de evaluación de los requisitos aplicables a las instrucciones adicionales definidas en el capítulo 4 del presente libro y a las normas nacionales definidas en el libro segundo de la presente Instrucción, se recogen en el cuadro C del anexo C del presente libro.

En el apartado 6.2.4 se incluyen procedimientos particulares de evaluación no incluidos en las ETI correspondientes.

El promotor redactará la declaración de verificación del subsistema de energía, de acuerdo con el artículo 87 y el anexo XII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. El organismo notificado deberá expedir un certificado de la verificación "CE" realizada para los requisitos correspondientes de la ETI de energía. El organismo designado deberá expedir un certificado de la verificación realizada para las normas nacionales de esta Instrucción, conforme al libro segundo de la presente Instrucción. El certificado del organismo designado se incorporará al expediente técnico del organismo notificado.

Los requisitos de los parámetros del capítulo 4 del presente libro podrán no cumplirse en casos excepcionales debidamente justificados, que deberán ser autorizados por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria en el plazo de cuatro meses; transcurrido dicho plazo sin que hubiera recaído resolución expresa, deberá entenderse concedida la autorización.

En aquellos casos en que, a juicio del promotor, puedan existir disconformidades en relación con las normas nacionales definidas en el libro segundo de la presente Instrucción, se seguirá el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

En el caso de vía multicarril, se podrá emitir una declaración de verificación independiente para cada par de carriles (de ancho 1435 mm o de ancho 1668 mm).

6.2.1.2. Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio *(apartado no incluido en las ETI)*

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá los requisitos del capítulo 4 del presente libro así como las normas nacionales definidas en el libro segundo que deberán ser verificados.

El promotor decidirá los procedimientos para la evaluación, la documentación que se deberá aportar, así como los certificados que se deberán emitir.

Las fases de evaluación de dichos requisitos se recogen en el cuadro C del anexo C.

En el apartado 6.2.4 se incluyen procedimientos particulares de evaluación no incluidos en las ETI correspondientes.

Asimismo, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá los requisitos ETI que deberán verificarse, siguiendo las fases de evaluación y procedimientos particulares definidos en las mismas. Para ello podrá seguirse el procedimiento establecido en el apartado 6.2.1.1 del presente libro o bien el procedimiento de verificación IE definido en la Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativa al procedimiento para la demostración del nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes.

6.2.2. Aplicación de los módulos

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.2 de la ETI de energía.

6.2.3. Soluciones innovadoras

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.3 de la ETI de energía:

En el caso de soluciones innovadoras para los requisitos no definidos en las ETI se aplicará el siguiente procedimiento:

- Se permitirán soluciones técnicas alternativas que proporcionen un nivel de seguridad, como mínimo, equivalente al definido en la presente Instrucción. Para demostrar dicho nivel de seguridad equivalente el fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Unión Europea efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) nº 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, modificado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015). Como resultado de dicho estudio se definirá una metodología de evaluación que defina las pruebas, ensayos o controles a llevar a cabo.
- El fabricante o su mandatario autorizado establecido en la Unión Europea indicará en qué se diferencia la solución innovadora de las disposiciones pertinentes de la presente Instrucción o cómo las complementa, y someterá tales diferencias al análisis de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria previo informe favorable del administrador de la Infraestructura donde se vaya a implementar dicha solución innovadora.
- La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria emitirá un informe acerca de la solución innovadora propuesta. Si dicho informe resulta favorable, se elaborarán las especificaciones funcionales y de interfaz adecuadas así como la metodología de evaluación que sea necesario incluir en futuras revisiones de la Instrucción. Si el informe resulta desfavorable, la solución innovadora propuesta no podrá emplearse.
- En espera de la revisión de la Instrucción, el informe favorable emitido por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria será admisible a efectos de evaluación del subsistema de infraestructura

6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4 de la ETI de energía:

Los procedimientos de evaluación de los requisitos de los parámetros funcionales y técnicos que no aparecen en este apartado están implícitos en los apartados correspondientes a dichos parámetros funcionales y

técnicos en el capítulo 4 del presente libro para las instrucciones adicionales y en el libro segundo para las normas nacionales.

Este apartado es de aplicación a los subsistemas de energía de las líneas de ancho ibérico y estándar europeo. Los procedimientos particulares para la evaluación de los requisitos de los subsistemas de energía de las líneas de ancho métrico son una cuestión pendiente y serán establecidos por el promotor.

6.2.4.1. Alimentación eléctrica

6.2.4.1.1. Evaluación de la tensión útil media (4.1.2.1.2)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.1 de la ETI de energía:

La evaluación de la tensión útil media se llevará a cabo de acuerdo con el apartado 15.4, tabla 10, tabla 11 (solo simulación) y tabla 12 de la norma UNE-EN 50388.

Esta evaluación se realizará solo en líneas nuevas o cuando se establezca o acondicione una línea aérea de contacto y/o la alimentación eléctrica en una línea existente.

6.2.4.1.2. Evaluación de la corriente en reposo (4.1.2.1.3) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

La evaluación de la conformidad de la corriente en reposo se llevará a cabo de acuerdo con el anexo A.3 de la norma UNE-EN 50367, pero considerando, para el caso de líneas de 3 kV c.c., una corriente de 300 A en lugar de la estipulada en la tabla 5 de dicha norma.

6.2.4.1.3. Evaluación del frenado de recuperación (4.1.2.1.4)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.2 de la ETI de energía:

6.2.4.1.4. Evaluación de las medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.1.2.1.5)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.3 de la ETI de energía:

6.2.4.1.5. Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para los sistemas de alimentación de c.a. (4.1.2.1.6)

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.4 de la ETI de energía:

6.2.4.1.6. Evaluación de los efectos del funcionamiento con c.a. en los sistemas de c.c. (4.1.2.1.7) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

Para mayor detalle consultar el apartado 4.1.2.1.7.

- Efectos provocados por las corrientes de tracción:
 - Instalaciones de la línea aérea de contacto en c.c.
Análisis de diseño: estudio de influencia electromagnética sobre las instalaciones eléctricas de c.c. cuando se cumplen las condiciones dadas en el apartado 4.1.2.1.7.a.1.
 - Resto de instalaciones eléctricas utilizadas en la red de c.c.
Análisis de diseño: estudio de potenciales inducciones y estudio de detalle cuando se cumplen las condiciones dadas en el apartado 4.1.2.1.7.a.2.
Montado, antes de la puesta en servicio: mediciones para adaptar la impedancia de la infraestructura a 50 Hz.
Validación en condiciones de servicio reales: mediciones periódicas para la verificación de la tensión y corriente a 50 Hz.
- Efectos provocados por las corrientes de retorno:
 - Análisis de diseño y Validación en condiciones de servicio reales: estudios específicos para la evaluación y consecución de las condiciones dadas en el apartado 4.1.2.1.7.b.
 - Análisis de diseño: mediciones para la obtención del mapa geoelectrico de la zona en la que se ha de implantar una nueva subestación.
 - Montado, antes de la puesta en servicio: mediciones para la obtención del mapa geoelectrico modificado una vez puesta en tensión la nueva instalación y previamente a su puesta en explotación.
 - Validación en condiciones de servicio: medición de tensiones e intensidades en los puntos críticos, medida y análisis de la influencia del sistema de electrificación sobre el funcionamiento de los sistemas existentes y verificación de la instalación de sistemas de control en las condiciones dadas en el apartado 4.1.2.1.7.b.

6.2.4.2. Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente

6.2.4.2.1. Evaluación de la fuerza de contacto estática (4.1.2.2.3) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

La evaluación de la conformidad de la fuerza de contacto estática está incluida dentro de la evaluación del parámetro fuerza de contacto media (véase el apartado 6.2.4.2.2).

6.2.4.2.2. Evaluación de la fuerza de contacto media (4.1.2.2.4) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

La evaluación de la conformidad de la fuerza de contacto media se hará en la fase de diseño por simulación con arreglo a la norma UNE-EN 50318, siempre que no se haya evaluado dicho parámetro en el componente de interoperabilidad.

6.2.4.2.3. Evaluación del comportamiento dinámico y la calidad de la captación de corriente (integración en un subsistema) (4.1.2.2.5)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.5 de la ETI de energía:

Si la línea aérea de contacto que se va a instalar en una línea nueva está certificada como componente de interoperabilidad, se realizarán mediciones de los parámetros de interacción de acuerdo con la norma UNE-EN 50317, para comprobar la correcta instalación.

La línea aérea de contacto instalada podrá aceptarse si los resultados de las medidas cumplen los requisitos del apartado 4.1.2.2.5.

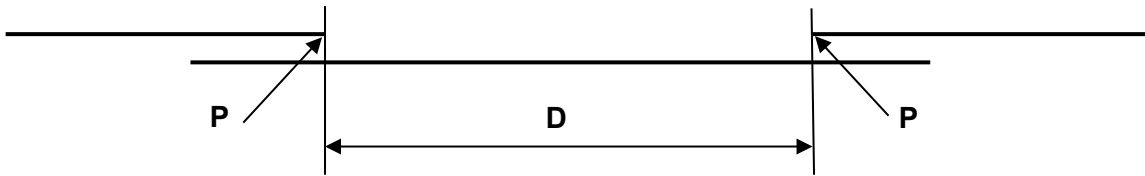
La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para la integración del pantógrafo en el subsistema de material rodante se establece en el apartado 6.2.3.20 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

6.2.4.2.4. Evaluación del material del hilo de contacto (4.1.2.2.7) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

La evaluación de la conformidad del material del hilo de contacto se hará según la norma UNE-EN 50149, en todas las líneas mediante análisis de diseño, siempre que no se haya evaluado dicho parámetro en el componente.

6.2.4.2.5. Evaluación de la longitud de las secciones de separación de fases (4.1.2.2.8) o de sistemas (4.1.2.2.9) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

Figura 6.2.4.2.5: Sección de separación de fases o de sistemas



a) Caso 1: No están definidos los puntos de comienzo y terminación de las zonas P.

Dichos puntos están situados en los vanos de elevación (figura 6.2.4.2.5).

La determinación de los puntos P se realizará de la siguiente forma:

En este caso, los puntos de medida P para determinar la longitud D, o validar una longitud D dada, son aquellos en que la distancia vertical estática (e) entre el hilo de contacto elevado y el hilo de contacto de trabajo cumple la condición:

$$e \geq 15 + h \text{ (cm)}$$

siendo h (cm) el valor de la elevación dinámica máxima del hilo de contacto, obtenido mediante simulación de acuerdo con la norma UNE-EN 50318 con las siguientes condiciones:

- Realizada a la máxima velocidad de diseño de la línea aérea de contacto.
- En el vano máximo.
- Aplicando al pantógrafo la fuerza de contacto media correspondiente a la máxima velocidad de diseño de la línea aérea de contacto.
- Simulaciones realizadas con uno o dos pantógrafos en servicio, con separación máxima de 200 m.
- Los modelos de pantógrafos utilizados en la simulación deben estar certificados según la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

Se toma 15 cm como valor de distancia de aislamiento dinámica entre el hilo de contacto elevado y el hilo de contacto de trabajo, según el apartado 5.1.3 de la norma UNE-EN 50119.

El valor de la elevación dinámica máxima (h) del hilo de contacto debe ser suministrado por el proyectista, o bien por el instalador de la electrificación.

En el caso de que la línea aérea de contacto esté certificada, dicho valor es conocido.

Determinación de la distancia D:

1. Partiendo de los datos del diseñador, se localizan los puntos P mediante medidas, verificando que:

$$e \geq 15 + h \text{ (cm)}$$

2. Se mide la distancia D entre los dos puntos P.

Comprobación de la distancia D:

1. Tomando como origen el eje de la sección de separación de fases o sistemas, se sitúan los puntos P a la distancia D/2 a ambos lados.
2. Se mide el valor de e en dichos puntos. La distancia D será aceptada cuando en los dos puntos P se cumpla que:

$$e \geq 15 + h \text{ (cm)}$$

Cuando se realicen las pruebas de calidad de captación de corriente, en la línea aérea de contacto instalada, de acuerdo con la UNE-EN 50317, se confirmará el valor real de elevación dinámica máxima del hilo de contacto (h), y en su caso se realizarían las correcciones pertinentes.

- b) Caso 2: Están definidos los puntos de comienzo y terminación de las zonas P.

Dichos puntos están situados en los semiejes (ver figura 6.2.4.2.5).

En este caso, los puntos de medida P para determinar la longitud D, o validar una longitud D dada, están situados en los semiejes del seccionamiento, y la distancia vertical estática (e') entre el hilo de contacto elevado en el semieje y el hilo de contacto de trabajo debe ser:

$$e' \geq 15 + S_0 \text{ (cm)}$$

siendo S_0 (cm) el valor de la elevación máxima del hilo de contacto de trabajo en el apoyo, obtenido mediante simulación de acuerdo con la norma UNE-EN 50318 con las siguientes condiciones:

- Realizada a la máxima velocidad de diseño de la línea aérea de contacto.
- En el vano máximo.
- Aplicando al pantógrafo la fuerza de contacto media correspondiente a la máxima velocidad de diseño de la línea aérea de contacto.

- Simulaciones realizadas con uno o dos pantógrafos en servicio, con separación máxima de 200 m.
- Los modelos de pantógrafos utilizados en la simulación deben estar certificados según la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

Se toma 15 cm como valor de distancia de aislamiento dinámica entre el hilo de contacto elevado y el hilo de contacto de trabajo, según el apartado 5.1.3 de la norma UNE-EN 50119.

El valor de la elevación máxima en el apoyo (S_0) del hilo de contacto debe ser suministrado por el proyectista o bien por el instalador de la electrificación.

En el caso de que la línea aérea de contacto esté certificada, dicho valor es conocido.

Una vez instalada la línea aérea de contacto, se mide el valor de la distancia (e') entre el hilo de contacto elevado en el semieje y el hilo de contacto de trabajo verificando que valor sea $e' \geq 15 + S_0$ (cm). La longitud de la zona neutra será la distancia entre ambos semiejes.

Cuando se realicen las pruebas de calidad de captación de corriente, en la línea aérea de contacto instalada, de acuerdo con la norma UNE-EN 50317, se medirá el valor real de elevación máxima del hilo de contacto en el apoyo (S_0), determinándose en ese caso el valor real de (e').

6.2.4.2.6. Evaluación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.1.2.4)

Se incluye la siguiente prescripción adicional en relación con el apartado 6.2.4.6 de la ETI de energía:

Para cada instalación se demostrará que el diseño básico de las medidas de protección contra los choques eléctricos es conforme con el apartado 4.1.2.4.

Además, se comprobará la existencia de normas y procedimientos que garanticen que la instalación está instalada tal y como ha sido diseñada.

6.2.4.3. Túneles

6.2.4.3.1. Evaluación de la puesta a tierra de la línea aérea en los túneles (4.1.2.5.2) *(apartado no incluido en la ETI de energía)*

El organismo notificado confirmará que se han cumplido los requisitos del apartado 4.1.2.5.2 mediante la verificación del expediente técnico y el

análisis de la información que acredite la consulta a los servicios de intervención en emergencias.

6.2.5. Evaluación del plan de mantenimiento (4.4)

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.7 de la ETI de energía:

El organismo notificado solo comprobará que el plan de mantenimiento está completo.

6.3. SUBSISTEMAS QUE INCLUYEN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.3 de la ETI de energía.

BORRADOR

7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

7.1. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS

De acuerdo con el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, la conformidad con la presente Instrucción además de las ETI correspondientes será obligatoria en el caso de líneas nuevas y en el de actuaciones en líneas existentes que requieran una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía.

En las actuaciones de acondicionamiento o renovación que no requieran una autorización de entrada en servicio, la conformidad con la presente Instrucción y con las ETI correspondientes será obligatoria excepto en aquellos casos en que la resolución de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, relativa a la necesidad de autorización de entrada en servicio, mencionada en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias artículo, tras la comunicación previa establezca su exención total o parcial.

Las sustituciones en el marco del mantenimiento definidas en el apartado 7.4.3 del presente libro no serán objeto de la comunicación previa prevista en el artículo 109 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

La Autoridad Ferroviaria elaborará un plan nacional de implementación de acuerdo a lo señalado en el capítulo 7 de la ETI de energía previo informe de la de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

7.2. DEFINICIONES

Línea nueva:

Véase el apartado 7.2.1 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

Acondicionamiento de línea:

Véase el apartado 7.3.1.1 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

Renovación de línea:

Véase el apartado 7.3.2 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

Establecimiento de un subsistema de energía:

Se entenderá que se ha establecido un subsistema de energía en aquellas líneas (o tramos de línea) en que no existía previamente electrificación.

Acondicionamiento de un subsistema de energía:

Se entenderá por acondicionamiento de un subsistema de energía realícela realización de alguna actuación de mejora de la funcionalidad y/o las prestaciones de dicho subsistema. Los términos “rehabilitación” y “mejora” del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias se consideran equivalentes.

Renovación de un subsistema de energía:

Se entenderá por renovación de un subsistema de energía la realización de alguna actuación que, sin llegar a ser de acondicionamiento, puede permitir la mejora de alguno de los parámetros básicos definidos en las ETI y/o de los parámetros funcionales y técnicos definidos en el apartado 4.1.1 del presente libro, a lo largo de un itinerario.

Sustitución en el marco del mantenimiento:

Aquella actuación puntual sobre el subsistema de energía, llevada a cabo con el fin de mantener las características técnicas y funcionales iniciales.

7.3. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS NUEVAS

En el caso de una línea ferroviaria nueva será necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de energía como se indica en el artículo 106 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

7.4. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A LAS LINEAS FERROVIARIAS EXISTENTES

En el caso de una línea ferroviaria existente se distinguen cuatro posibles casos de aplicación de la presente Instrucción y de las ETI correspondientes:

- a) Establecimiento de un subsistema de energía en una línea ferroviaria existente no electrificada.
- b) Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria.
- c) Sustitución en el marco del mantenimiento.
- d) Líneas electrificadas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento.

7.4.1. Establecimiento de la línea área de contacto y/o alimentación eléctrica

Para el establecimiento de una línea aérea de contacto y/o alimentación eléctrica en una línea ferroviaria existente no electrificada será necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de energía como se indica en el artículo 106 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

7.4.2. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria

7.4.2.1. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que no suponga un acondicionamiento o renovación del subsistema de energía

En el caso de acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que no suponga un acondicionamiento o renovación del subsistema de energía, serán de aplicación los apartados 7.3.1 y 7.3.2 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

7.4.2.2. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga un acondicionamiento del subsistema de energía

En el caso de acondicionamiento de una línea ferroviaria que suponga un acondicionamiento del subsistema de energía, las siguientes obras requerirán una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía:

- La adición de una o más vías en una línea o tramo existente.
- Cuando el acondicionamiento haya implicado la modificación sustancial del trazado de un trayecto existente o parte de este.
- En general, aquellos acondicionamientos en que se actúe sobre el subsistema de energía y hayan requerido de la aprobación de un estudio informativo.

En otros casos de acondicionamiento de línea y en el caso de una renovación de línea, que supongan un acondicionamiento del subsistema de energía, la Agencia Estatal de seguridad ferroviaria, dependiendo del alcance y consistencia de las obras, decidirá si es necesaria una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía, de acuerdo con el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Tanto en acondicionamiento como en renovación de línea, se consideran los siguientes casos:

7.4.2.2.1. Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía

EL ámbito del acondicionamiento del subsistema de energía podrá abarcar todo el subsistema de una línea concreta o determinadas partes del subsistema. Aquellas partes que entren en el ámbito del acondicionamiento deberán cumplir la presente instrucción.

Para los túneles existentes los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.2 de la ETI de seguridad en túneles, se exigirán de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.5.2. Para los túneles nuevos se tendrá en cuenta el apartado 7.5.1.

7.4.2.2.2. Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá si es aplicable la presente Instrucción y las ETI correspondientes al proyecto, y en qué medida, de acuerdo con el plan nacional de implementación.

Para un proyecto que incluya elementos que no estén conformes con la presente Instrucción y/o con las ETI correspondientes, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria autorizará los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación que se vayan a aplicar.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.2 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

En estos casos, el administrador de infraestructuras podrá aplicar, de manera voluntaria, el procedimiento de verificación IE que permita demostrar el nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes. Dicho procedimiento se describe en la Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014.

7.4.2.3. Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga una renovación del subsistema de energía

Dependiendo del alcance y consistencia de las obras, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria decidirá si es necesaria una autorización de entrada en servicio del subsistema de energía a partir de la comunicación realizada por el administrador de infraestructura en los términos establecidos en el artículo 107 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Para conseguir que una parte importante del subsistema de energía vaya alcanzando progresivamente la interoperabilidad, se debe adaptar conjuntamente un grupo de parámetros (parámetros funcionales y técnicos de la presente Instrucción y parámetros básicos de las ETI correspondientes). Son grupos de parámetros los que aparecen numerados de la letra A a la G en el apartado 4.1.1 del presente libro.

Debe tenerse en cuenta el hecho de que cada uno de los elementos del subsistema aisladamente no permite por sí solo asegurar la conformidad de la totalidad. La conformidad solamente se puede asegurar globalmente, es decir, cuando se hayan puesto todos ellos en conformidad con la presente Instrucción y con las ETI correspondientes.

Tanto en acondicionamiento como en renovación de línea, se consideran los siguientes casos:

7.4.2.3.1. Líneas que requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía

Será de aplicación lo establecido en el apartado 7.4.2.2.1 del presente libro.

7.4.2.3.2. Líneas que no requieren una nueva autorización de entrada en servicio del subsistema de energía

Será de aplicación lo establecido en el apartado 7.4.2.2.2 del presente libro.

7.4.3. Sustitución en el marco del mantenimiento

Se entenderá por sustitución en el marco del mantenimiento aquella actuación puntual sobre el subsistema de energía, llevada a cabo con el fin de mantener las características técnicas y funcionales iniciales.

Las sustituciones por mantenimiento, siempre que sea razonablemente posible desde un punto de vista técnico y económico, deben acometerse de acuerdo con los requisitos de la presente Instrucción y con las ETI correspondientes. Además, siempre que sea posible, las sustituciones por mantenimiento tendrán en cuenta el plan nacional de implementación, de manera que contribuyan de forma progresiva al desarrollo de la línea interoperable.

Las sustituciones en el marco del mantenimiento no precisan de autorización de entrada en servicio.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.2 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

7.4.4. Líneas electrificadas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento

En el caso de líneas electrificadas existentes cuyo subsistema de energía no haya sido objeto de renovación o acondicionamiento, el administrador de infraestructuras podrá aplicar, de manera voluntaria, el procedimiento de verificación IE que permita demostrar el nivel de cumplimiento de los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes. Dicho procedimiento se describe en la Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.2 de la ETI de seguridad en túneles, que pueden cumplirse.

7.5. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES

7.5.1. Túneles nuevos

Para los túneles nuevos, serán de aplicación las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, junto con los requisitos incluidos en el apartado 4.2.2 de la ETI de seguridad en túneles.

7.5.2. Túneles existentes

7.5.2.1. Acondicionamiento o renovación del túnel

Este apartado es de aplicación a todos los túneles situados en líneas sujetas a actuaciones de acondicionamiento o renovación que requieran autorización de entrada en servicio

Se considera que un túnel ha sido acondicionado o renovado en el contexto de la presente Instrucción cuando se ha llevado a cabo cualquier modificación o sustitución importante del subsistema de energía (o parte del mismo) que es parte del túnel.

El promotor deberá realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para analizar los requisitos de seguridad en túneles, definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro, que pueden cumplirse.

El resultado de las actuaciones que se lleven a cabo en los túneles existentes garantizará que se mantiene o mejora la compatibilidad de las instalaciones fijas con el material rodante que cumpla la Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20) y la ETH de vagones (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: Vagones»).

7.5.2.2. Ampliación de un túnel

Se considera que un túnel ha sido ampliado en el contexto de la presente Instrucción, cuando su geometría se haya visto afectada (por ejemplo, aumento de su longitud, conexión con otro túnel).

En caso de que se amplíe un túnel, en los conjuntos y componentes incluidos en la ampliación se deberán cumplir los requisitos de seguridad en túneles definidos en el apartado 4.1.2.5 del presente libro. Para su aplicación, la longitud del túnel que debe tenerse en cuenta es la longitud total del túnel después de su ampliación.

Cuando proceda, el plan de emergencia del túnel deberá ser revisado.

ANEXOS

ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN

AACSR:

Conductor de aleación de aluminio reforzado con acero.

ACSR:

Conductor de aluminio reforzado con acero.

Administrador de infraestructuras:

Todo organismo o empresa responsable de la explotación, mantenimiento y renovación de las infraestructuras ferroviarias en una red, e igualmente responsable de participar en su desarrollo conforme a las normas que establezca el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana dentro del marco de su política general en materia de desarrollo y financiación de.

Aislador de sección:

Conjunto montado en un tramo continuo de la LAC, utilizado para cortar la continuidad eléctrica del cable sustentador y del hilo o hilos de contacto, manteniendo la tensión mecánica y permitiendo el paso del pantógrafo por el hilo de contacto a través del aislador.

Altura mínima del hilo de contacto:

Valor mínimo de la altura del hilo de contacto en el vano con el que se evita la producción de arco eléctrico entre uno o más hilos de contacto y vehículos en cualquier condición.

Altura nominal del hilo de contacto:

Valor nominal de la altura del hilo de contacto en un soporte en condiciones normales (según la norma UNE-EN 50367).

Autoridad Ferroviaria:

Órgano del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana competente en materia de planificación de infraestructuras ferroviarias.

Cable de retorno:

Cable o hilo metálico cuya función es facilitar el retorno de las corrientes de tracción hasta la subestación. En el caso de corriente alterna, este cable realiza también la función de cable de tierra

Cable de tierra:

Cable o hilo metálico que conecta los soportes a la tierra para asegurar la protección de las personas e instalaciones en el caso de falta de aislamiento.

Circuito de retorno:

Conjunto de conductores destinados a la circulación de la corriente de retorno de tracción (según la norma UNE-EN 50122-1).

Componentes de interoperabilidad:

Con arreglo al anexo I del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, los componentes de interoperabilidad son todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de materiales incorporados o destinados a ser incorporados en un subsistema, de los que dependa directa o indirectamente la interoperabilidad del sistema ferroviario, lo que incluye no solo objetos materiales, sino también inmateriales. Los componentes de interoperabilidad de cada subsistema son designados en cada Especificación Técnica de Interoperabilidad. Se consideran «críticos desde el punto de vista de la seguridad», aquellos componentes para los que un único fallo tiene un riesgo potencial verosímil de provocar directamente un accidente grave

Contorno de referencia:

Contorno asociado a cada gálibo que muestra la forma de una sección transversal y que se utiliza como base para establecer el cálculo, por un lado, del gálibo de implantación de obstáculos y, por otro del gálibo del vehículo.

Cuestión pendiente:

Aspecto correspondiente a un parámetro básico de una ETI, para el cual no se ha establecido ningún requisito en dicha ETI en el momento en que esta fue redactada, dejando a cada Estado Miembro la posibilidad de establecer provisionalmente dicho requisito mediante normas nacionales. El término "punto pendiente" utilizado en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, y el término "cuestión pendiente" empleado en esta Instrucción se consideran equivalentes. En la presente Instrucción también se emplea "cuestión pendiente" para los requisitos del capítulo 4 del presente libro que quedan pendientes de establecer.

Desviación lateral del hilo de contacto:

Desplazamiento lateral del hilo de contacto con un viento transversal máximo.

Dispositivo de captación de corriente:

Equipo instalado en el vehículo para captar la corriente de un hilo de contacto o de un carril conductor (según IEC 60050-811).

Elevación del brazo de atirantado:

Desplazamiento vertical ascendente del hilo de contacto en un brazo de atirantado debido a la fuerza producida por el pantógrafo.

Envolvente máxima del vehículo:

Sección transversal perpendicular al plano de rodadura que engloba la envolvente de todos los puntos del vehículo, teniendo en cuenta todos los desplazamientos posibles, una vez combinadas todas las condiciones de circulación y de explotación en una vía de una calidad determinada.

Espacio para la elevación del brazo de atirantado:

Distancia mínima que hay que proyectar en vertical en las ménsulas (entre el hilo de contacto en el brazo de atirantado y el tubo estabilizador) para permitir la elevación libre y sin restricciones del hilo de contacto al paso del pantógrafo.

ETI de explotación y gestión del tráfico:

Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea

ETI ENE (ETI de energía):

Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema “energía” del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1301/2014).

ETI de locomotoras y material rodante de viajeros:

Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema “locomotoras y material rodante de viajeros” del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1302/2014).

ETI de seguridad en túneles:

Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1303/2014).

Explotación tranviaria:

Conjunto de técnicas, medios y modos que garantizan la circulación de vehículos dentro de una línea o tramo tranviario dentro de un entorno urbano o suburbano con seguridad y fluidez según destino y horario establecido, permitiendo la coexistencia con tráficos rodados o peatonales.

Fuerza de contacto:

Fuerza vertical aplicada por el pantógrafo a la línea aérea de contacto (según la norma UNE-EN 50367).

Fuerza de contacto estática:

Fuerza vertical ejercida hacia arriba por el arco del pantógrafo sobre la línea aérea de contacto, causada por el dispositivo de subida del pantógrafo, mientras que el pantógrafo está elevado y el vehículo parado.

Fuerza de contacto media:

F_m es el valor medio estadístico corregido dinámicamente de la fuerza de contacto, formada por las componentes estática, dinámica y aerodinámica de la fuerza de contacto del pantógrafo.

Gálibo:

Contorno de referencia, más unas reglas asociadas, que permiten definir el perfil constructivo máximo del material rodante, el perfil del cargamento y el perfil fuera del cual deben instalarse las estructuras fijas o provisionales (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo de implantación de obstáculos:

Espacio en torno a la vía, que no debe ser invadido por ningún objeto u obstáculo, ni por vehículos que circulen por vías adyacentes, al objeto de preservar la seguridad en la explotación (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo eléctrico del pantógrafo:

Contorno de referencia más unas reglas asociadas, que permiten determinar el espacio que debe respetarse teniendo en cuenta la distancia de aislamiento eléctrico, en relación a las partes en tensión del pantógrafo en posición de captación (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo:

Contorno de referencia más unas reglas asociadas, que permiten determinar el espacio fuera del cual deben instalarse las estructuras a fin de garantizar el paso del pantógrafo en posición de captación, teniendo en cuenta las tolerancias de mantenimiento y los desplazamientos considerados por la infraestructura (de acuerdo con la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

Hilo de contacto:

Conductor eléctrico de una catenaria con el que entra en contacto el pantógrafo, permitiendo así la captación de energía.

Instrucciones adicionales:

Véase el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

Línea aérea de contacto (LAC):

Línea de contacto colocada por encima (o a un lado) del extremo superior del gálibo del vehículo, que suministra energía eléctrica a los vehículos por medio de un equipo de captación de la corriente, instalado en el techo (según IEC 60050-811).

Línea tranviaria:

Infraestructura integrada en la Red Ferroviaria de Interés General, por la que pueden circular tranvías, trenes-tranvía y trenes convencionales, dentro de un entorno urbano o suburbano con intersecciones al mismo nivel y con la posibilidad de compartir tráfico rodados o peatonales.

Longitud total de la sección neutra (D):

Distancia entre los sistemas/fases adyacentes, incluyendo las partes que solapan teniendo en cuenta la elevación por el paso del pantógrafo y las distancias de aislamiento.

Normas nacionales:

Véase el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

Organismo de certificación:

Entidad encargada de evaluar la conformidad y certificar el cumplimiento de las instrucciones adicionales establecidas en el presente documento (en el caso establecido en el apartado 6.2.1.1 del presente documento). Tendrán la consideración de organismos de certificación, los organismos

notificados, los organismos designados y las entidades de certificación cuya definición y requisitos se establecen en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

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 104 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Organismo notificado:

Organismo encargado de evaluar la conformidad de los componentes de interoperabilidad o de tramitar el procedimiento de verificación «CE» de los subsistemas.

Pantógrafo:

Aparato que capta la corriente de una o más líneas de contacto. Se compone de un bastidor base, de un sistema operativo, de un bastidor y de un cabezal colector. Tiene geometría variable. En la posición “de trabajo”, el aparato se encuentra enteramente o en parte bajo tensión. Solamente está aislado eléctricamente de forma general en sus interfaces, en el techo del vehículo. Permite transmitir la corriente de la línea aérea al sistema eléctrico del vehículo (según la norma UNE-EN 50206-1).

Paso a nivel:

Intersección de un vial, bien para vehículos, bien para personas, con una o más vías de ferrocarril, que tiene la misma cota topográfica que el vial.

Plan de Autoprotección:

Documento que establece el marco orgánico y funcional previsto para un centro, establecimiento, espacio, instalación o dependencia, con el objeto de prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes y dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia, en la zona bajo responsabilidad del titular de la actividad, garantizando la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil.

Según el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, la Norma Básica de Autoprotección establece la obligación de elaborar, implantar materialmente y mantener operativos los Planes de

Autoprotección y determina el contenido mínimo que deben incorporar estos planes en aquellas actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que, potencialmente, pueden generar o resultar afectadas por situaciones de emergencia. La Norma Básica de Autoprotección (Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo) se complementa con la normativa establecida por las Comunidades Autónomas.

En el caso de túneles ferroviarios, el Plan de Autoprotección incluye al plan de emergencia definido en la ETI de seguridad en túneles, y por tanto, debe cumplir los requisitos sobre dicho plan de los apartados 4.1.4.9 y 4.3.2.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden) y el apartado 4.1.2.5 del presente libro.

Plan de mantenimiento:

Serie de documentos que establecen los procedimientos de mantenimiento del subsistema de energía adoptados por el administrador de infraestructuras. Trata, entre otras cosas, la inspección, la reparación y la reconstrucción, con las especificaciones correspondientes.

Prescripciones adicionales:

Todas aquellas prescripciones que se establecen en los capítulos 5 y 6 del presente libro y que no están incluidas en los capítulos 5 y 6 de las ETI que aplican al subsistema energía.

Promotor:

Entidad contratante, según se define en el anexo I del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

Sistema de la línea de contacto:

Sistema que distribuye la energía eléctrica a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente.

Servicio normal:

Explotación del ferrocarril en una situación en que el servicio se presta sin ninguna restricción o cortapisa, por el funcionamiento correcto de la infraestructura y de los vehículos ferroviarios, y donde por tanto el servicio transcurre de acuerdo con un horario planificado.

Sustentador:

Cable conductor de una catenaria que, apoyado o suspendido en las ménsulas de los postes, soporta el hilo o hilos de contacto mediante péndolas.

Sustitución en el marco de una operación de mantenimiento:

Sustitución de componentes por piezas de función y prestaciones similares, en el marco de una operación de mantenimiento preventivo o correctivo.

Tensión nominal:

Tensión para la que está diseñada una instalación o parte de la misma (según la norma UNE-EN 50163).

Tensión útil media de zona:

Tensión que proporciona una indicación de la calidad de la alimentación eléctrica en una zona geográfica durante el período de hora punta del tráfico (según la norma UNE-EN 50388).

Tensión útil media del tren:

Tensión que identifica al tren de referencia para el dimensionado del subsistema de energía y que permite cuantificar el efecto sobre el funcionamiento de dicho tren (según la norma UNE-EN 50388).

Tubo estabilizador de atirantado:

Tubo unido por un extremo al tubo de la ménsula mediante una rótula y sujetado por el otro mediante la péndola del tubo estabilizador. Sobre dicho tubo se coloca la pieza soporte del brazo de atirantado. Tiene como misión estabilizar el brazo de atirantado bajo la acción de las diferentes cargas que se aplican sobre el hilo de contacto.

Velocidad básica fundamental del viento ($V_{b,0}$)

Velocidad media característica del viento durante diez minutos con un riesgo anual de ser excedido de 0,02, independientemente de la dirección del viento y época del año, a diez metros sobre el nivel del suelo en campo abierto con vegetación baja como la hierba y con obstáculos aislados con una separación de al menos 20 veces la altura de los obstáculos y teniendo en cuenta el efecto de la altitud (si es requerido). La velocidad básica fundamental del viento ($V_{b,0}$) se corresponde con la velocidad de referencia (V_R) para un periodo de retorno de 50 años definida en la norma UNE-EN 50119.

Velocidad de la línea:

Velocidad máxima para la que se ha diseñado la línea ferroviaria.

Vía con tres carriles:

Vía con un carril añadido, y donde por tanto hay dos parejas de carriles diseñadas para ser utilizadas como vías únicas independientes, con anchos de vía diferentes.

BORRADOR

ANEXO B. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los reglamentos y normas que se enumeran en los apartados B.1 y B.2, respectivamente, son los referidos en los distintos requisitos de esta Instrucción.

Para las referencias normativas enumeradas en el apartado B.2, 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 apartado, 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 (UE) 2016/797, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia.

Las referencias a normas se entenderán sin perjuicio del reconocimiento de las normas correspondientes admitidas por los Estados miembros de la Unión Europea (UE), o por los países miembros de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo (EEE), siempre que las mismas supongan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente equivalente, al menos, al que proporcionan aquéllas

B.1. REGLAMENTACIÓN CONTEMPLADA EN LA INSTRUCCIÓN IFE

Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016.

ETH de vagones (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: Vagones»).

ETI de control-mando y señalización (Reglamento (UE) 919/2016 de la Comisión, de 27 de mayo de 2016).

ETI de energía (Reglamento (UE) 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).

ETI de explotación y gestión del tráfico (Reglamento de ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019).

ETI de locomotoras y material rodante de viajeros (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre).

ETI de seguridad en túneles (Reglamento (UE) 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre).

Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (apéndice I de la presente Orden).

Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio).

Instrucción ferroviaria: Especificaciones técnicas de material rodante ferroviario para la entrada en servicio de unidades autopropulsadas, locomotoras y coches (IF MR ALC-20) (Orden TMA/576/2020, de 22 de junio).

Ley 31/1995.

Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo.

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Reglamento de ejecución (UE) 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013.

Reglamento de ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión, de 13 de julio de 2015.

Reglamento de Ejecución 2019/777/UE de la Comisión, de 16 de mayo de 2019.

B.2. . REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFE

IEC 60050-811:2017

UNE-EN 50119:2021

UNE-EN 50122-1:2011

UNE-EN 50122-1:2011/A1:2011

UNE-EN 50122-1:2011/AC:2012 V2

UNE-EN 50122-1:2011/A2:2016

UNE-EN 50122-1:2011/A3:2017

UNE-EN 50122-1:2011/A4:2017

UNE-EN 50122-2:2011

UNE-EN 50125-2:2004
UNE-EN 50125-2:2004 CORR:2010

UNE-EN 50149:2012

UNE-EN 50163:2005
UNE-EN 50163:2005/A1:2008
UNE-EN 50163:2005 Corr:2010
UNE-EN 50163:2005/AC:2013
UNE-EN 50163:2005/A2:2020

UNE-EN 50206-1:2011

UNE-EN 50317:2012

UNE-EN 50318:2018

UNE-EN 50345:2010

UNE-EN 50367:2012
UNE-EN 50367:2012/AC:2013
UNE-EN 50367:2012/A1:2016

UNE-EN 50388:2013
UNE-EN 50388:2013/AC:2013 V2

BORRADOR

ANEXO C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

Este anexo se refiere a la verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de energía que se establecen en el capítulo 4 del presente libro y en el libro segundo, respectivamente.

En el cuadro C aparecen los parámetros del capítulo 4 que contienen instrucciones adicionales y/o normas nacionales. Aquellos parámetros que deberán evaluarse en las distintas fases del diseño, la instalación y la explotación aparecen marcados con un aspa. Cuando no se requiere evaluación, se indica en el cuadro con la mención «n.a.».

Además de las fases de evaluación, en el cuadro C se indican los apartados del capítulo 6 que describen procedimientos particulares de evaluación de los parámetros que requieren de alguna fase de evaluación.

Cuadro C: Verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de energía

Parámetros que deben evaluarse	Procedimientos particulares de evaluación	Fase de desarrollo	Fases de producción		
		Análisis del diseño	Construcción, armado y montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
4.1.2.1.1. Tensión y frecuencia		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.2. Rendimiento del sistema de alimentación y potencia instalada		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.3. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	6.2.4.1.2	X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.4. Frenado de recuperación		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.6. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.7.a.1. Efectos provocados por las corrientes de tracción. Instalaciones de línea aérea de contacto en c.c.	6.2.4.1.6	X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.1.7.a.2. Efectos provocados por las corrientes de tracción. Resto de instalaciones eléctricas utilizadas en la red de c.c.	6.2.4.1.6	X	n.a.	X	X
4.1.2.1.7.b. Efectos provocados por las corrientes de retorno	6.2.4.1.6	X	n.a.	X	X
4.1.2.2.1. Geometría de la línea aérea de contacto		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.2. Gálibo del pantógrafo		X	n.a.	n.a.	n.a.

Parámetros que deben evaluarse	Procedimientos particulares de evaluación	Fase de desarrollo	Fases de producción		
		Análisis del diseño	Construcción, armado y montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
4.1.2.2.3. Fuerza de contacto estática		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.4. Fuerza de contacto media		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.5. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.8. Secciones de separación de fases		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.9. Secciones de separación de sistemas		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.11. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra		X.	n.a.	X	n.a.
4.1.2.2.12. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto de corriente alterna contiguas con fases distintas		X.	n.a.	X.	n.a.
4.1.2.2.13. Distancia entre conductores en paralelo		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.2.14. Línea aérea de contacto. Dimensionamiento mecánico		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.15. Sistemas de suspensión		X.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.16. Sistemas de compensación		X.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.17. Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.18. Disposición de los seccionamientos		X.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.19. Catenaria rígida		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.4 Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos	6.2.4.2.6	X	X	X	n.a.
4.1.2.5.1. Segmentación de la línea aérea en los túneles		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.5.2. Puesta a tierra de la línea aérea en los túneles		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.6.1. Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.7. Instalaciones de lavado bajo catenaria		X	n.a.	n.a.	n.a.

Parámetros que deben evaluarse	Procedimientos particulares de evaluación	Fase de desarrollo	Fases de producción		
		Análisis del diseño	Construcción, armado y montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
4.1.2.8 Instalaciones en talleres con accesos a zona de pantógrafos		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.4. Plan de mantenimiento		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

BORRADOR

ANEXO D. CUESTIONES PENDIENTES

Cuadro D: Cuestiones pendientes de la Instrucción IFE

Apartado IFE	Cuestión pendiente
Capítulo 4, Caracterización del subsistema de energía	Requisitos para subsistemas de energía de las líneas de ancho métrico
4.1.2.2.19. Catenaria rígida	Requisitos técnicos de la catenaria rígida.

BORRADOR

ANEXO E. CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN LATERAL MÁXIMA DEL HILO DE CONTACTO

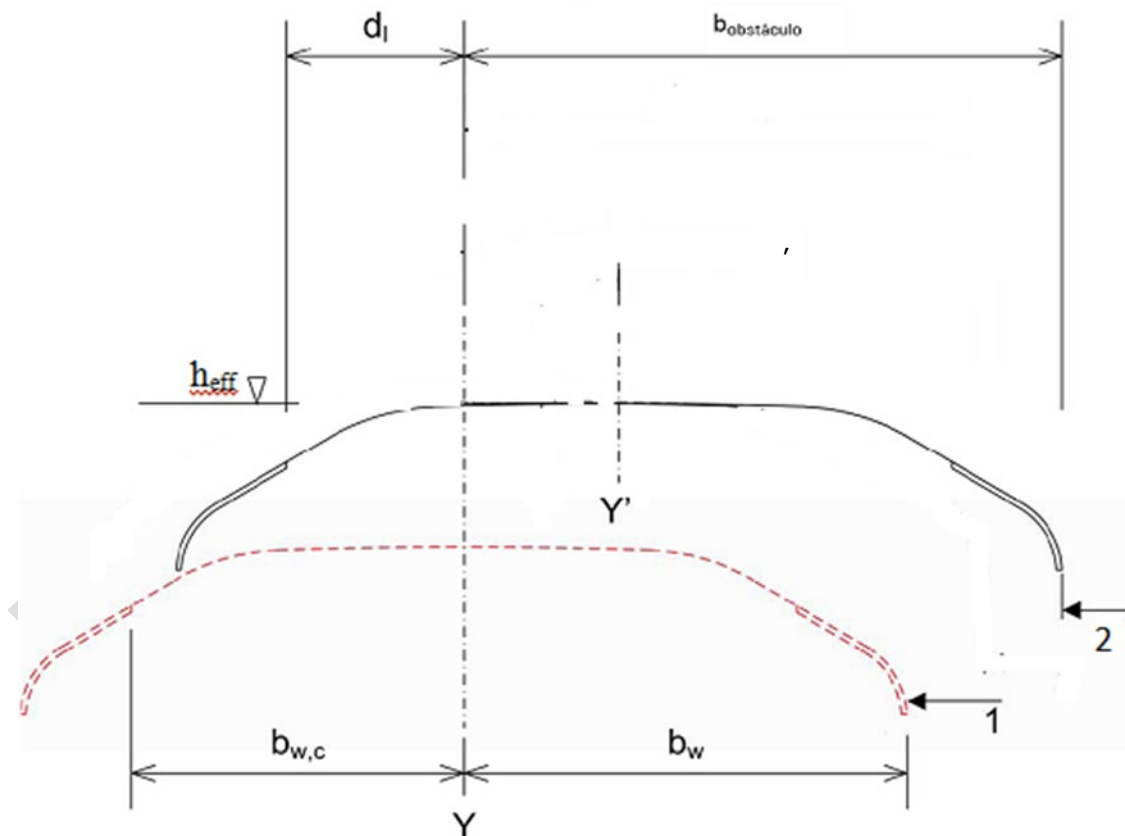
Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.2.2.1.1 del presente libro:

La desviación lateral máxima del hilo de contacto se calculará teniendo en cuenta el movimiento total del pantógrafo respecto a la posición nominal de la vía y la longitud de la zona conductora de la forma siguiente:

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b_{obstáculo}$$

Los términos de esta ecuación se definen y explican en la figura E y en el cuadro E.

Figura E: Gálbo mecánico cinemático del pantógrafo



Leyenda:

Y: Eje de la vía

Y': Eje del pantógrafo para la obtención del gálbo mecánico cinemático del pantógrafo

1: Perfil del pantógrafo

2: Gálbo mecánico cinemático del pantógrafo

Cuadro E: Parámetros para el cálculo de la desviación lateral máxima del hilo de contacto

Parámetro	Definición	Unidad
$b_{obstáculo}$	Distancia entre la perpendicular al plano de rodadura en el eje de la vía y el obstáculo, medida en una sección transversal, paralelamente al plano de rodadura y hacia el exterior de la curva.	m
b_w	Semiancho de la mesilla del pantógrafo	m
$b_{w,c}$	Semiancho de la zona conductora del arco del pantógrafo	m
d_l	Desviación lateral del hilo de contacto	m
h_{eff}	Altura del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo	m

Para la obtención del parámetro $b_{obstáculo}$ se seguirá lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio) para la obtención del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo.

El valor del parámetro $b_{w,c}$ en función del tipo de pantógrafo es el indicado a continuación:

- Europantógrafo de 1600 mm: 600 mm
- Europantógrafo de 1950 mm: 775 mm
- Pantógrafo RENFE de 1950 mm: 755 mm
- Pantógrafo RENFE de 1860 mm: 710 mm

ANEXO F. VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en los apartados 4.1.2.2.1.2 y 4.1.2.2.14 del presente libro:

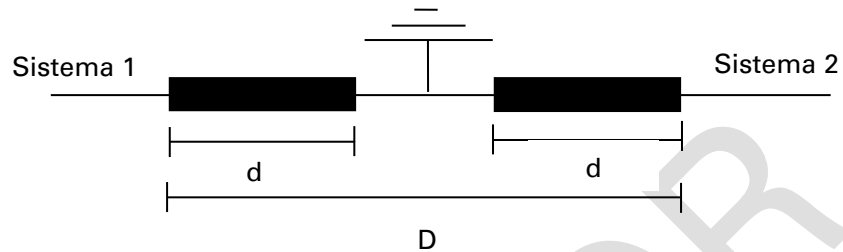
Figura F: Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$ (Fuente: Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación)



ANEXO G. SECCIÓN DE SEPARACIÓN DE SISTEMAS

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.2.2.9 del presente libro:

Figura G: Sección de separación de sistemas con aisladores de sección neutra



Condiciones:

$$D \leq 8 \text{ m}$$

d = es función de (tensión del sistema, velocidad máxima de la línea y ancho máximo del pantógrafo)

Esta sección cumplirá además lo establecido en el apartado 4.1.2.2.9 del presente libro.