

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

- 4324** Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero, 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) y se modifican la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos y la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.

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 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, 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 Fomento (hoy de Transportes, 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, 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 Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF) es la autoridad responsable de la seguridad ferroviaria para la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG).

En aplicación del artículo 76 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, 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, sin perjuicio de las comprobaciones de compatibilidad técnica e integración segura de los subsistemas, que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria pueda realizar.

De conformidad con el artículo 75 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, 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 anexos 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.

Por otro lado, se modifica la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción Ferroviaria de Gálibos para definir su ámbito de aplicación en el caso de líneas renovadas y en sustituciones realizadas en el marco del mantenimiento, precisar el papel de la Autoridad Ferroviaria y del administrador de infraestructuras en la autorización de gálibos en situaciones excepcionales, definir la compatibilidad entre el material rodante y la infraestructura en las líneas de ancho métrico y definir valores normales y excepcionales del entreeje nominal así como modificar la tolerancia en la altura de los andenes.

Asimismo, se modifica la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la red ferroviaria de interés general con el fin de incorporar a éste la geometría y características físicas de dos nuevas señales definidas en la IFI.

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

Durante la tramitación de esta orden han sido oídos los administradores de infraestructuras ferroviarias, las empresas ferroviarias, los fabricantes de material rodante, las asociaciones de empresarios del sector y el Consejo Nacional de Transportes Terrestres.

Por último, la presente orden se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en el artículo 129 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas. La nueva regulación es acorde a los principios de proporcionalidad y eficiencia al contener las reglas imprescindibles para conseguir los objetivos mencionados sin imponer nuevas cargas; igualmente se ajusta al principio de seguridad jurídica pues se adoptan medidas adecuadas al sector afectado y finalmente al de transparencia por haberse sometido el texto de la norma al trámite de información pública y audiencia directa de las organizaciones representativas y agentes relacionados con el sector.

Componen el texto de esta orden un preámbulo, tres artículos, dos disposiciones adicionales, una disposición transitoria, cinco disposiciones finales y dos anexos.

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

Artículo 1. *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 anexo I de esta Orden.

Artículo 2. *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 anexo II de esta Orden.

Artículo 3. *Ámbito de aplicación.*

Las presentes Instrucciones se aplican 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, excepto en las vías y zonas de las terminales de mercancías que se relacionan a continuación:

- Vías donde se realizan operaciones de carga y descarga.
- Vías destinadas al estacionamiento de los vagones y del material motor.
- Vías donde se realizan tratamientos de material rodante de mercancías de mantenimiento, limpieza y lavado.
- Vías donde se realizan maniobras de material rodante que no sean vías de circulación.

En todas las vías citadas anteriormente, el titular de la infraestructura podrá aplicarlas o definir justificadamente otros criterios para su proyecto, construcción y mantenimiento, siempre que garanticen un nivel aceptable de seguridad en la operación y la interoperabilidad con el resto de la Red Ferroviaria de Interés General.

La aplicación de estas Instrucciones será obligatoria en el caso de subsistemas nuevos y en el de actuaciones de acondicionamiento o mejora y de renovación de subsistemas existentes, según se definen éstas en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, independientemente de si requieren o no de autorización de entrada en servicio, conforme a lo dispuesto en este Real Decreto.

En el caso de que, a juicio del solicitante, alguno de los subsistemas pudiera estar sujeto a disconformidades con cualquiera de las presentes Instrucciones, deberá aplicarse el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. Antes de adoptar la resolución que proceda, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, podrá solicitar, si así lo considera necesario, informe a la Autoridad Ferroviaria.

En el caso de una «Sustitución en el marco de una operación de mantenimiento», según se define ésta en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, lo establecido en las presentes Instrucciones será de aplicación salvo que el administrador de infraestructuras justifique que no es viable desde un punto de vista técnico y económico.

Disposición adicional primera. *Comunicaciones previas.*

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 adicional segunda. *Adaptación de los sistemas de gestión de seguridad y normativa técnica de los administradores de infraestructura.*

En el plazo de 24 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.

En el plazo de 6 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 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 se realice dentro del plazo de seis meses a partir de ésta, siempre que las obras correspondientes se liciten dentro del plazo de dieciséis meses a partir de la entrada en vigor de la presente Orden.

2. Los proyectos modificados de obras en ejecución conforme a proyectos para los que no sea de aplicación esta Orden.

3. Los proyectos de nueva construcción de infraestructuras ferroviarias, así como los de acondicionamiento o renovación de las existentes, acogidos al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, aprobado por acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de abril de 2021, cuya aprobación se realice antes del 30 de junio de 2023 y cuyas obras correspondientes se liciten antes del 31 de diciembre de 2023.

Las disposiciones relativas a la clase de protección 2-A en los cruces entre andenes no serán de aplicación mientras el administrador de infraestructuras no disponga de un sistema validado, en cuyo caso deberá llevar a cabo una evaluación y valoración del riesgo con la implantación de las medidas mitigadoras que correspondan.

Disposición final primera. *Modificación de la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos.*

Uno. El apartado 1.2.2 Gálibo de implantación de obstáculos, queda redactado como sigue:

«Esta Instrucción se aplica a la definición del gálibo de implantación de obstáculos a considerar en el proyecto de líneas ferroviarias de nueva construcción, de acondicionamiento o renovación de las existentes, integradas en la red ferroviaria de interés general de anchos ibérico, estándar europeo, o métrico (excepto la línea Cercedilla-Cotos).

A los efectos de esta Instrucción, se considera «acondicionamiento de una línea existente», a cualquier actuación de mejora de ésta que: modifique, al menos, alguno de los parámetros característicos de la línea o sección de línea (gálibo, carga por eje, velocidad, longitud permitida del tren y longitud útil de andén); o bien aumente su capacidad, mediante la adición de al menos una vía.

Las obras de modificación del ancho de vía o de adición de uno o más carriles a la vía existente, serán asimilables a un acondicionamiento, por lo que deberán cumplir la presente Instrucción.

Las actuaciones en líneas existentes que supongan la implantación o cambio de ubicación de elementos aledaños a la vía (por ejemplo: estructuras,

instalaciones de electrificación y de seguridad y comunicaciones), se realizarán respetando el gálibo de implantación de obstáculos definido en el cuadro 1.2 para líneas acondicionadas.

A los efectos de esta Instrucción, se considera «renovación de una línea existente», a los trabajos importantes de sustitución de uno o varios de los subsistemas que la componen, o de una parte de estos, que no afecten al rendimiento global del subsistema. En la renovación del subsistema de infraestructura no se afecta el rendimiento global ni se modifican 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, ni supone la instalación de vía de ancho mixto (tres carriles).

En líneas renovadas se deberá verificar que se cumple con el gálibo nominal de implantación de obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos. En situaciones excepcionales se podrá solicitar una disconformidad en relación con el cumplimiento del gálibo límite de implantación de obstáculos, debiendo aplicarse el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

En las sustituciones que se realicen en el marco del mantenimiento que puedan tener afección al gálibo se verificará que se cumple con el gálibo nominal de implantación de obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos.

La definición de los gálidos históricos se incluye en el anejo 3.

Las líneas ferroviarias existentes no acondicionadas se deberán catalogar como de gálidos GHE16, GEA16, GEB16 o GEC16, cuando tras un estudio detallado se compruebe que respetan el gálibo límite de implantación de obstáculos.»

Dos. El segundo párrafo del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos, queda redactado como sigue:

«En situaciones excepcionales en las que no sea viable el gálibo uniforme de implantación de obstáculos, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, el administrador de infraestructuras, previo informe que lo justifique, podrá autorizar, en determinados tramos o secciones de la línea un gálibo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido a partir de los parámetros de trazado de ese tramo o sección. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Tres. Se añade el siguiente párrafo debajo del segundo párrafo del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos:

«La aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos requiere que las operaciones de mantenimiento se lleven a cabo de modo que se garantice que la posición de la vía se mantiene a lo largo de su vida útil dentro de los márgenes tenidos en cuenta en el cálculo. Por tanto, el cumplimiento del gálibo no solo debe garantizarse en el momento de realizar la obra sino también durante la explotación.»

Cuatro. La nota 1 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálbo GB, cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálbo GC.»

Cinco. La nota 2 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálbo GEB16, cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálbo GEC16.»

Seis. La nota 3 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálbo GEC16+GB, GEB16+GC o GEB16+GB, cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálbo GEC16+GC.»

Siete. La nota 4 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«Cuando para algún tramo de línea exista un itinerario alternativo que cumpla el gálbo uniforme de implantación de obstáculos, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálbo mayor o igual al gálbo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Ocho. La nota 5 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«Cuando para algún tramo de línea no exista itinerario alternativo que cumpla el gálbo uniforme de implantación de obstáculos, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálbo mayor o igual al gálbo nominal de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Nueve. La nota 6 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálbo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«El administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con un gálbo mayor o igual al gálbo límite de implantación de obstáculos GB, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Diez. La nota 7 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con el gálibo existente GHE16, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar.»

Once. Se añade el siguiente párrafo detrás de las notas del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos:

«En aquellos acondicionamientos de corredores existentes de mercancías y tráfico mixto que determine la Autoridad Ferroviaria, para la implantación de autopistas ferroviarias, serán de aplicación los gálibos GC, GEC16 o GC +GEC16, según el ancho de vía, pudiendo autorizar la Autoridad Ferroviaria para dichos casos gálibos de partes altas específicos definidos al efecto, superiores a los gálibos GB, GEB16 o GB+GEB16, según el ancho de vía, previo estudio de viabilidad técnica y económica.»

Doce. El párrafo anterior al cuadro 1.3 del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos, queda redactado como sigue:

«En el caso de líneas acondicionadas el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con un gálibo de partes bajas mayor o igual al gálibo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Trece. El último párrafo del apartado 1.3.2 Gálibo de implantación de obstáculos, se sustituye por los dos siguientes:

«En los proyectos de líneas acondicionadas, el gálibo uniforme de implantación de obstáculos será el GEE10, no obstante, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, el gálibo de implantación de obstáculos GED10 (uniforme, nominal o límite), calculado con las características del tramo, o incluso mantener las condiciones existentes cuando no se cumpla el gálibo límite GED10, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar.

En las líneas donde no se cumpla el gálibo límite de implantación de obstáculos GED10, con independencia de que se actúe o no se actúe sobre la línea, el administrador de infraestructuras declarará debidamente el perfil de obstáculos y la geometría de la vía, garantizando asimismo en el tiempo que ante cualquier modificación tanto en el perfil de obstáculos como en la geometría de la vía se permita que el material rodante que ya circule por la línea siga siendo compatible.»

Catorce. Se añade el siguiente párrafo y cuadro al final del apartado 1.3.3 Compatibilidad entre el material rodante y la infraestructura:

«En el cuadro 1.5 (bis) se indican los gálibos de material rodante GED10 y GEE10 compatibles con el gálibo de implantación de obstáculos en las líneas de ancho métrico.

| Gálibo de implantación de obstáculos | Gálivos de material rodante compatibles ⁽¹⁾ | |
|---|--|---------------------------|
| | GED10 | GEE10 |
| GEE10 | X | X |
| Inferior al gálibo límite GEE10 y superior al gálibo límite GED10 | X | NO SIEMPRE ⁽²⁾ |
| GED10 | X | |
| Inferior al gálibo límite GED10 | NO SIEMPRE ⁽³⁾ | |

Cuadro 1.5 (bis) Compatibilidad entre material rodante e infraestructura en las líneas de ancho métrico

⁽¹⁾ El perfil constructivo del vehículo deberá estar dentro del perfil constructivo máximo calculado de acuerdo con la metodología definida en el apartado 2.9. Dicho perfil constructivo se registrará en la documentación técnica del vehículo.

⁽²⁾ El perfil constructivo del vehículo se determinará de modo que se garantice la no interferencia con los obstáculos y en ningún caso podrá apurar el perfil constructivo máximo del gálibo GEE10 calculado de acuerdo con la metodología definida en el apartado 2.9. Para demostrar que no se producen interferencias se efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n.º 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). En este caso, podrá utilizarse como principio de aceptación del riesgo el uso de un sistema de referencia apoyado en el estudio, mediante métodos comparativos regulados por las normas UNE-EN 15273-1 y UNE-EN 15273-2, con trenes que acrediten amplia experiencia en explotación comercial en el tramo de vía correspondiente.

⁽³⁾ El perfil constructivo del vehículo se determinará de modo que se garantice la no interferencia con los obstáculos y en ningún caso podrá apurar el perfil constructivo máximo del gálibo GED10 calculado de acuerdo con la metodología definida en el apartado 2.9. Para demostrar que no se producen interferencias se efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n.º 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013). En este caso, podrá utilizarse como principio de aceptación del riesgo el uso de un sistema de referencia apoyado en el estudio, mediante métodos comparativos regulados por las normas UNE-EN 15273-1 y UNE-EN 15273-2, con trenes que acrediten amplia experiencia en explotación comercial en el tramo de vía correspondiente.»

Quince. El tercer párrafo del punto c del apartado 3.7.1.2 Aparatos de vía, queda redactado como sigue:

«En el caso de que la velocidad por vía directa sea igual o inferior a 120 km/h el piquete se podrá situar a una distancia de cada vía, mayor o igual que la correspondiente al punto de intersección del gálibo nominal sin resguardos de la vía directa con el gálibo nominal sin resguardos de la vía desviada, si bien en casos excepcionales debidamente justificados se admitirá la intersección de gálivos límites considerado como suma de los desplazamientos aleatorios $\frac{\sum}{\sqrt{2}}$. Se considerará la situación operativa más desfavorable, teniendo en cuenta que no más de un vehículo podrá estar en movimiento.»

Dieciséis. Se añade el siguiente párrafo al final del punto c del apartado 3.7.1.2 Aparatos de vía:

«En el caso de que la velocidad por vía directa sea igual o inferior a 120 km/h, en situaciones excepcionales debidamente justificadas, se admitirá que el piquete se sitúe a una distancia de cada vía, mayor o igual que la correspondiente al punto de intersección de gálivos límites considerado como suma de los desplazamientos aleatorios $\frac{\sum}{\sqrt{2}}$. Se considerará la situación operativa más desfavorable, teniendo en cuenta que no más de un vehículo podrá estar en movimiento.»

Diecisiete. El segundo párrafo del apartado 3.7.3 Pasillos de evacuación en túneles, se sustituye por los párrafos siguientes:

«Con carácter general el borde de la acera se situará a la distancia correspondiente al gálibo nominal de implantación de obstáculos, calculado de acuerdo con lo definido en el apartado 3.4, para la posición más desfavorable del peralte y teniendo en cuenta el resto de las condiciones de implantación de la vía.

En aquellos casos donde esté debidamente justificado, por ejemplo, para permitir una adecuada evacuación de los trenes, el administrador de infraestructura podrá autorizar, previo informe que incluya las razones que lo justifiquen, distancias inferiores reduciendo los márgenes complementarios laterales M_{3b} definidos en el apartado 3.2.2.4 para el de cálculo de dicho gálibo, sin que en ningún caso se invada el gálibo límite de implantación de obstáculos. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos endicho documento.»

Dieciocho. El tercer párrafo del apartado 3.7.3 Pasillos de evacuación en túneles, queda redactado como sigue:

«En túneles de vía única, en los que no exista un itinerario alternativo para el paso de transportes excepcionales, solo se colocarán aceras por encima de la cota de carril, a un lado del túnel, salvo autorización en contrario del administrador de infraestructuras. El borde de la acera se situará conforme lo indicado en los párrafos anteriores. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.»

Diecinueve. El apartado 3.10.5.2 Determinación del entreeje nominal, queda redactado como sigue:

«La distancia nominal entre ejes de vías se define en función de la velocidad máxima del tramo de la línea. En el cuadro 3.13 se definen los valores normales.

| Velocidad (km/h) | Entreeje nominal (mm) |
|-----------------------------|-----------------------|
| $V_{max} \leq 160$ | 3.808 |
| $160 < V_{max} \leq 200$ | 4.000 |
| $200 < V_{max} < 250$ | 4.300 |
| $250 \leq V_{max} \leq 300$ | 4.300 |
| $300 < V_{max} \leq 350$ | 4.700 |

Cuadro 3.13 Distancia nominal entre ejes de vías (valores normales)

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

Los valores dados en el cuadro anterior son mínimos y se medirán en la proyección horizontal. 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 la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura en el caso de vientos laterales, así como las debidas condiciones de cargue y sujeción de la mercancía para evitar desplazamientos de la carga.

En casos excepcionales debidamente justificados, la distancia entre ejes de vía podrá definirse de acuerdo con los valores excepcionales definidos en el cuadro 3.14.

| Velocidad (km/h) | Entreeje nominal (mm) |
|--|---|
| $V_{max} \leq 160$ | 3808 |
| $160 < V_{max} \leq 200$ | 3808 (ancho de vía 1435 mm) 3920 (ancho de vía 1668 mm, o una vía en ancho 1435 mm y la otra en ancho 1668 mm) |
| $200 < V_{max} < 250$ | 4000 |
| $250 \leq V_{max} \leq 300$ | 4300 |
| $300 < V_{max} \leq 350$ | 4500 |
| Cuadro 3.14 Distancia nominal entre ejes de vías (valores excepcionales) | |

En el caso de que la velocidad del tramo de la línea sea igual o inferior a 120 km/h se admitirá una distancia entre ejes de vías 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 el apartado 3.10.5.1.»

Veinte. El primer párrafo del apartado 3.10.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén, queda redactado como sigue:

«La distancia entre eje de vía y borde de andén se determinará de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.7.2. Alternativamente podrán aplicarse las distancias señaladas en el cuadro 3.15 bajo las siguientes hipótesis:»

Veintiuno. Se elimina el párrafo situado antes del cuadro 3.15 del apartado 3.10.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén.

Veintidós. El cuadro 3.16 del apartado 3.10.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén, se sustituye por el siguiente:

| Actuación en vía | Tolerancias (mm) | |
|---|------------------|-------|
| | h_q | T_q |
| Construcción, acondicionamiento o renovación de vía | (0; -20) | 10 |
| Mantenimiento de vía | (0; -30) | 30 |
| Cuadro 3.16 Tolerancias en andenes | | |

Veintitrés. El primer párrafo del apartado 3.11.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén, queda redactado como sigue:

«La distancia entre eje de vía y borde de andén se determinará de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.7.2, alternativamente podrán aplicarse las distancias señaladas en el cuadro 3.22 bajo las siguientes hipótesis:»

Veinticuatro. Se elimina el párrafo situado antes del cuadro 3.22 del apartado 3.11.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén.

Veinticinco. El cuadro 3.23 del apartado 3.11.6 Distancia entre eje de vía y borde de andén, se sustituye por el siguiente:

| Actuación en vía | Tolerancias (mm) | |
|---|------------------|-------|
| | h_q | T_q |
| Construcción, acondicionamiento o renovación de vía | (0; -20) | 10 |
| Mantenimiento de vía | (0; -30) | 30 |

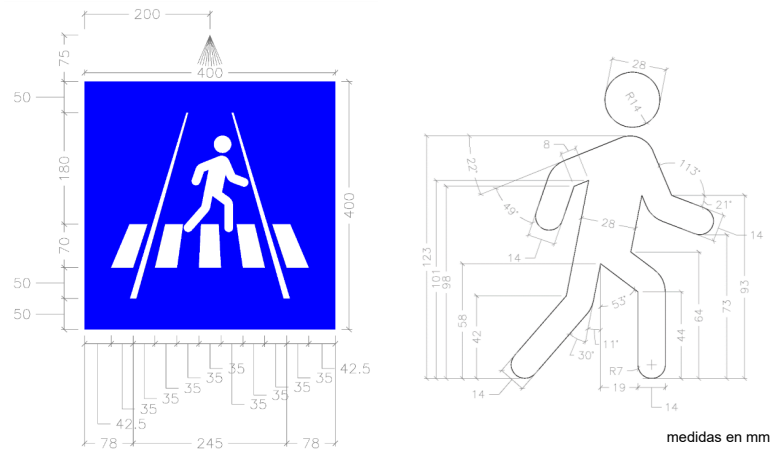
Cuadro 3.23 Tolerancias en andenes

Veintiséis. La disposición transitoria única. Proyectos y obras en ejecución, queda redactada como sigue:

«Lo dispuesto en esta Orden no será de aplicación a los proyectos de nueva construcción de infraestructuras ferroviarias o de acondicionamiento de las existentes cuya orden de estudio se hubiese dictado con anterioridad a la entrada en vigor de la presente orden ni a las obras que se realicen en desarrollo de los proyectos anteriores, sin perjuicio de que el sujeto jurídico obligado a la observancia de la instrucción pueda, voluntariamente, someterse al marco técnico contenido en la misma.»

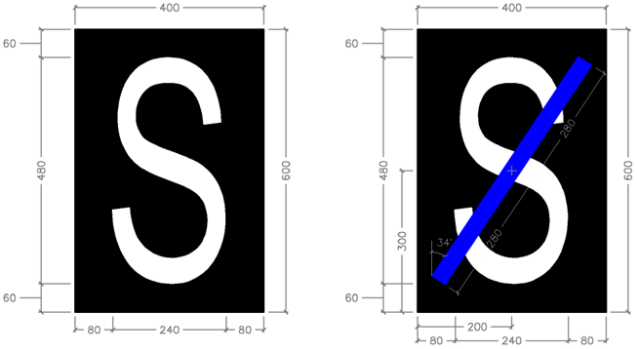
Disposición final segunda. *Modificación de la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.*

Uno. Al final del apartado 3.13 Cartelones, se añade la «Ficha 99 bis» siguiente:

| | |
|--|--|
| CÓDIGO DE SEÑAL: F115AÑ | TIPO DE SEÑAL: FIJA INDICADORA |
| ESQUEMA: | |
|  | |
| FORMA: 1 PLACA CUADRADA DE INDICACIÓN FIJA. | |
| COLOR: FONDO AZUL. INSCRIPCIONES EN BLANCO. TODO RETRORREFLECTANTE CLASE RA1. | |
| DENOMINACIÓN: CRUCE ENTRE ANDENES. | |
| OBSERVACIONES: | |

Ficha 99 bis

Dos. En el apartado 3.13 Cartelones, se modifica la «Ficha 62» como sigue:

| CÓDIGO DE SEÑAL: FI15A / FI15Abis | TIPO DE SEÑAL: FIJA INDICADORA CON EVENTUAL BANDA LUMINOSA |
|--|---|
| <p>ESQUEMA:</p>  <p>medidas en mm</p> | |
| <p>FORMA: 1 PLACA RECTANGULAR DE INDICACIÓN FIJA, CON O SIN 1 PANEL LUMINOSO EN FORMA DE BANDA DIAGONAL.</p> | |
| <p>COLOR: Placa: FONDO NEGRO. LETRA BLANCA RETRORREFLECTANTE CLASE RA1 Panel (banda eventual): AZUL.</p> | |
| <p>DENOMINACIÓN: SILBAR.</p> | |
| <p>OBSERVACIONES: La señal (FI15A) podrá incluir o no una banda diagonal luminosa que, en su caso, podrá estar apagada (FI15A) o encendida (FI15Abis).</p> | |

Disposición final tercera. *Título competencial.*

Esta orden ministerial se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.21.º y 24.º de la Constitución, que atribuyen al Estado las competencias exclusivas en materia de ferrocarriles y transportes terrestres que transcurran por más de una Comunidad Autónoma y de obras públicas de interés general, respectivamente.

Disposición final cuarta. *Habilitación de desarrollo y de aplicación reglamentarios.*

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 su interpretación 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 quinta. *Entrada en vigor.*

La presente orden entrará en vigor el día 1 de julio de 2023.

Madrid, 15 de febrero de 2023.–La Ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Raquel Sánchez Jiménez.

ANEXO I

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

INDICE

Libro primero: Consideraciones Generales.

- a) Antecedentes legales.
- b) Objeto de la Instrucción.
- c) Ámbito de aplicación.
- d) Componentes de interoperabilidad.
- e) Verificación del subsistema.
- f) Estrategia de implementación.

Libro segundo: Normas nacionales del subsistema de infraestructura en el ámbito de la Directiva 2016/797.

1. Introducción.
2. Normas nacionales.

2.1 Requisitos aplicables a las líneas de ancho 1435 mm y 1668 mm.

- 2.1.1 Levante de balasto.
- 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.

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

2.1.2.3 Iluminación y balizamiento.

2.2 Requisitos aplicables a las líneas de ancho 1000 mm.

- 2.2.1 Gálibo de implantación de obstáculos.
- 2.2.2 Distancia entre ejes de vía.
- 2.2.3 Pendientes máximas.
- 2.2.4 Radio mínimo de las alineaciones circulares.
- 2.2.5 Ancho de vía nominal.
- 2.2.6 Peralte.
- 2.2.7 Insuficiencia de peralte.
- 2.2.8 Perfil de la cabeza de carril.
- 2.2.9 Inclinación del carril.
- 2.2.10 Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas.
- 2.2.11 Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico.
- 2.2.12 Altura de andén.
- 2.2.13 Marcadores de localización.
- 2.2.14 Descarga de aseos.
- 2.2.15 Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes.
- 2.2.16 Aprovisionamiento de agua.
- 2.2.17 Repostaje de combustible.
- 2.2.18 Tomas de corriente eléctrica.
- 2.2.19 Normas de explotación.
- 2.2.20 Mantenimiento del subsistema de infraestructura.
- 2.2.21 Competencias profesionales.
- 2.2.22 Condiciones de seguridad y salud.
- 2.2.23 Anchura y borde de los andenes.

- 2.2.24 Extremos de los andenes.
- 2.2.25 Cruce entre andenes.
- 2.2.26 Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas.
- 2.2.27 Protección y seguridad contra incendios.
- 2.2.28 Rutas de evacuación hacia zonas seguras.
- 2.2.29 Zonas seguras y acceso a las mismas.
- 2.2.30 Pasillos de evacuación en túneles.
- 2.2.31 Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación.
- 2.2.32 Señalización de la evacuación.
- 2.2.33 Comunicación de emergencia.
- 2.2.34 Puntos de evacuación y rescate.
- 2.2.35 Zonas de rescate fuera del túnel.
- 2.2.36 Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias.
- 2.2.37 Fiabilidad de las instalaciones eléctricas.
- 2.2.38 Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores.

Libro tercero: Instrucciones adicionales y otros aspectos de la presente Instrucción ferroviaria relativa al subsistema de infraestructura.

- 1. Contenido del presente libro.
- 2. Definición del subsistema de infraestructura.
 - 2.1 Descripción del subsistema de infraestructura.
 - 2.2 Aspectos del subsistema de infraestructura objeto de la presente instrucción.
- 3. Requisitos esenciales.
 - 3.1 Introducción.
 - 3.2 Clasificación.
 - 3.3 Verificación.
- 4. Instrucciones adicionales del Subsistema de Infraestructura.
 - 4.1 Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema.
 - 4.1.1 Categorías de línea.
 - 4.1.2 Parámetros característicos.
 - 4.1.2.1 Carga por eje y velocidad de la línea.
 - 4.1.2.2 Gálibo.
 - 4.1.2.3 Longitud útil de andén y longitud permitida del tren.

- a) Longitud útil de andén.
- b) Longitud permitida del tren.

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

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

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

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

- 4.1.4.2 Parámetros de vía.
 - 4.1.4.2.1 Ancho de vía.
 - 4.1.4.2.2 Peralte, (D).
 - 4.1.4.2.3 Variación del peralte en función del tiempo, (dD/dt) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 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).
 - 4.1.4.2.5 Insuficiencia de peralte, (I).
 - 4.1.4.2.6 Variación de la insuficiencia de peralte en función del tiempo, (dI/dt) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.2.7 Exceso de peralte, (E) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.2.8 Conicidad equivalente.
 - 4.1.4.2.9 Perfil de la cabeza de carril.
 - 4.1.4.2.10 Inclinación del carril.
 - 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).
 - 4.1.4.2.12 Longitud mínima de las alineaciones verticales, (Lv) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
- 4.1.4.3 Aparatos de vía.
 - 4.1.4.3.1 Dispositivos de encerrojamiento (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.3.2 Uso de corazones de punta móvil.
 - 4.1.4.3.3 Geometría de diseño de los aparatos de vía.
 - 4.1.4.3.4 Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija.
- 4.1.4.4 Resistencia de la vía frente a las cargas aplicadas.
 - 4.1.4.4.1 Resistencia de la vía frente a cargas verticales.
 - 4.1.4.4.2 Resistencia longitudinal de la vía.
 - 4.1.4.4.3 Resistencia transversal de la vía.
- 4.1.4.5 Resistencia de las estructuras frente a las cargas del tráfico.
 - 4.1.4.5.1 Cargas verticales.
 - 4.1.4.5.2 Mayoración por efectos dinámicos de las cargas verticales.
 - 4.1.4.5.3 Fuerzas centrífugas.
 - 4.1.4.5.4 Fuerzas de lazo.
 - 4.1.4.5.5 Acciones debidas al arranque y frenado (cargas longitudinales).
 - 4.1.4.5.6 Alabeo del tablero y alabeo total.
 - 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.
 - 4.1.4.5.8 Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma, a los efectos aerodinámicos.
 - 4.1.4.5.9 Resistencia de los puentes y obras de tierra existentes frente a las cargas del tráfico.
- 4.1.4.6 Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados.
- 4.1.4.7 Andenes.
 - 4.1.4.7.1 Acceso al andén (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.7.2 Longitud útil de andén.
 - 4.1.4.7.3 Anchura y borde de los andenes.
 - 4.1.4.7.3.1 Anchura de los andenes.
 - 4.1.4.7.3.2 Borde de los andenes.

- 4.1.4.7.4 Extremos de los andenes.
- 4.1.4.7.5 Altura de andén.
- 4.1.4.7.6 Separación de andén.
- 4.1.4.7.7 Cruces de vía entre andenes para viajeros.
- 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).
 - 4.1.4.8.2 Resistencia eléctrica de la vía (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.8.3 Efecto de los vientos transversales.
 - 4.1.4.8.4 Acceso o intrusión en las instalaciones de las líneas (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 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).
 - 4.1.4.8.6 Levante de balasto.
 - 4.1.4.8.7 Detectores de cajas de grasa calientes (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.9 Seguridad en los túneles ferroviarios.
 - 4.1.4.9.1 Efecto pistón en las estaciones subterráneas (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles).
 - 4.1.4.9.2 Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión.
 - 4.1.4.9.3 Sección transversal del túnel (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles).
 - 4.1.4.9.4 Prevención de accesos no autorizados al túnel, salidas de emergencia y salas técnicas.
 - 4.1.4.9.5 Protección y seguridad contra incendios.
 - 4.1.4.9.6 Rutas de evacuación hacia zonas seguras.
 - 4.1.4.9.7 Zonas seguras y acceso a las mismas.
 - 4.1.4.9.8 Pasillos de evacuación en túneles.
 - 4.1.4.9.9 Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación.
 - 4.1.4.9.10 Señalización de la evacuación.
 - 4.1.4.9.11 Comunicación de emergencia.
 - 4.1.4.9.12 Acceso para los servicios de intervención en emergencias (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles).
 - 4.1.4.9.13 Puntos de evacuación y rescate.
 - 4.1.4.9.14 Zonas de rescate fuera del túnel.
 - 4.1.4.9.15 Suministro de agua.
 - 4.1.4.9.16 Suministro de energía eléctrica para los servicios de intervención en emergencias.
 - 4.1.4.9.17 Fiabilidad de las instalaciones eléctricas.
 - 4.1.4.9.18 Comunicación y alumbrado en zonas de seccionadores.
 - 4.1.4.10 Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario.
 - 4.1.4.10.1 Marcadores de localización.
 - 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).
 - 4.1.4.10.3 Toperas (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).

- 4.1.4.11 Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes.
 - 4.1.4.11.1 Instalaciones de cambio de ancho (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 4.1.4.11.2 Descarga de aseos.
 - 4.1.4.11.3 Instalaciones para la limpieza exterior de los trenes.
 - 4.1.4.11.4 Aprovisionamiento de agua.
 - 4.1.4.11.5 Repostaje de combustible.
 - 4.1.4.11.6 Tomas de corriente eléctrica.
- 4.2 Especificación funcional y técnica de las interfaces.
 - 4.2.1 Material rodante.
 - 4.2.2 Energía.
 - 4.2.3 Control-mando y señalización.
 - 4.2.4 Explotación y gestión del tráfico.
 - 4.2.5 Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.
 - 4.2.6 Seguridad en túneles ferroviarios.
- 4.3 Normas de explotación.
 - 4.3.1 Condiciones excepcionales relativas a obras programadas con antelación.
 - 4.3.2 Seguridad en túneles.
 - 4.3.2.1 Normas para situaciones de emergencias.
 - 4.3.2.2 Plan de Autoprotección del túnel.
 - 4.3.2.3 Simulacros.
 - 4.3.2.4 Procedimientos de desconexión y puesta a tierra.
 - 4.3.2.5 Libro de Itinerarios del maquinista (parámetro no incluido en la ETI de seguridad en túneles).
 - 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).
 - 4.3.2.7 Suministro de información a los viajeros sobre seguridad y emergencias a bordo del tren.
- 4.4 Mantenimiento del subsistema de infraestructura.
 - 4.4.1 Especificaciones para el mantenimiento.
 - 4.4.1.1 Etapa de redacción de los proyectos de construcción.
 - 4.4.1.2 Etapa de construcción de la infraestructura.
 - 4.4.1.3 Entrada en servicio del subsistema de infraestructura de una línea ferroviaria.
 - 4.4.1.4 Etapa de mantenimiento de la infraestructura.
 - 4.4.1.5 Obligaciones de los administradores de infraestructuras.
 - 4.4.2 Inventarios de activos y registros de vigilancia.
 - 4.4.2.1 Inventarios de obras de paso, pasos superiores, túneles, obras de tierra y vía.
 - 4.4.2.2 Inventarios de pasos a nivel y cruces entre andenes.
 - 4.4.2.3 Actividades y registros de vigilancia.
 - 4.4.2.4 Nivel de gravedad de los daños.
 - 4.4.3 Actividades de mantenimiento y reparación.

- 4.5 Competencias profesionales.
 - 4.5.1 General.
 - 4.5.2 Túneles.
- 4.6 Condiciones de seguridad y salud.
- 4.7 Registro de infraestructura (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).
- 5. Componentes de interoperabilidad.
 - 5.1 Principios en los que se ha basado la selección de los componentes de interoperabilidad.
 - 5.2 Lista de componentes.
 - 5.3 Prestaciones y especificaciones de los componentes.
 - 5.3.1 Carril.
 - 5.3.2 Sistemas de sujeción del carril.
 - 5.3.3 Traviesas.
- 6. Evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad y verificación del subsistema de infraestructura.
 - 6.1 Componentes de interoperabilidad.
 - 6.1.1 Procedimientos de evaluación de la conformidad.
 - 6.1.2 Aplicación de los módulos.
 - 6.1.3 Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad.
 - 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.
 - 6.1.4.2 Declaración CE de conformidad para los carriles.
 - 6.1.4.3 Declaración CE de conformidad para los sistemas de sujeción del carril.
 - 6.1.4.4 Declaración CE de conformidad para las traviesas.
 - 6.1.5 Procedimientos de evaluación particulares para los componentes de interoperabilidad.
 - 6.1.5.1 Evaluación de carriles.
 - 6.1.5.2 Evaluación de traviesas.
 - 6.2 Subsistema de infraestructura.
 - 6.2.1 Disposiciones generales.
 - 6.2.1.1 Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI).
 - 6.2.1.2 Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI).
 - 6.2.2 Aplicación de los módulos.
 - 6.2.3 Soluciones innovadoras.
 - 6.2.4 Procedimientos particulares de evaluación del subsistema.
 - 6.2.4.1 Trazado de las líneas ferroviarias.
 - 6.2.4.1.1 Gálibo de implantación de obstáculos (4.1.4.1.1).
 - 6.2.4.1.2 Distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2).

- 6.2.4.2 Parámetros de vía 212
 - 6.2.4.2.1 Ancho de vía (4.1.4.2.1).
 - 6.2.4.2.2 Trazado de la vía.
 - 6.2.4.2.3 Insuficiencia de peralte (4.1.4.2.5).
 - 6.2.4.2.4 Conicidad equivalente (4.1.4.2.8) 213
 - 6.2.4.2.5 Perfil de la cabeza de carril (4.1.4.2.9) 213
- 6.2.4.3 Aparatos de vía (4.1.4.3.2, 4.1.4.3.3 y 4.1.4.3.4).
- 6.2.4.4 Evaluación de la compatibilidad con los sistemas de frenado (4.1.4.4.2 b).
- 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).
 - 6.2.4.5.2 Evaluación de las estructuras existentes (4.1.4.5.9).
- 6.2.4.6 Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).
- 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).
 - 6.2.4.7.2 Separación de andén (4.1.4.7.6).
- 6.2.4.8 Salud, seguridad y medio ambiente.
 - 6.2.4.8.1 Efecto de los vientos transversales (4.1.4.8.3).
 - 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).
 - 6.2.4.8.3 Levante de balasto (4.1.4.8.6) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).
 - 6.2.4.8.4 Detectores de cajas de grasas calientes (4.1.4.8.7) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).
- 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).
 - 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).
 - 6.2.4.9.3 Protección y seguridad contra incendios (4.1.4.9.5).
 - 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).
 - 6.2.4.9.5 Zonas seguras y acceso a las mismas (4.1.4.9.7).
 - 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).
 - 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).
 - 6.2.4.9.8 Señalización de la evacuación (4.1.4.9.10) (apartado no incluido en la ETI de seguridad en túneles).
 - 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).
 - 6.2.4.9.10 Fiabilidad de las instalaciones eléctricas (4.1.4.9.17).
- 6.2.4.10 Instalaciones fijas que prestan servicio a los trenes.
 - 6.2.4.10.1 Instalaciones de cambio de ancho (4.1.4.11.1) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

6.2.4.10.2 Descarga de aseos (4.1.4.11.2) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

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).

6.2.4.10.4 Aprovisionamiento de agua (4.1.4.11.4) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

6.2.4.10.5 Repostaje de combustible (4.1.4.11.5) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

6.2.4.10.6 Tomas de corriente eléctrica, (4.1.4.11.6) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

6.2.5 Soluciones técnicas que confieren presunción de conformidad en la fase de diseño.

6.3 Verificación de cuando se emplee la velocidad como criterio de migración.

6.4 Evaluación de la ficha de mantenimiento.

6.5 Subsistemas que incluyan componentes de interoperabilidad sin declaración CE.

6.6 Subsistemas que incluyan componentes de interoperabilidad aptos para el uso y válidos para ser reutilizados.

7. Aplicación de la instrucción al subsistema de infraestructura.

7.1 Aplicación de la instrucción al subsistema de infraestructura en el caso de líneas ferroviarias nuevas.

7.1.1 Definición de línea ferroviaria nueva.

7.1.2 Autorización de entrada en servicio del subsistema de infraestructura.

7.1.3 Categorías de las líneas.

7.2 Aplicación de la instrucción al subsistema de infraestructura en el caso de líneas ferroviarias existentes.

7.2.1 Acondicionamiento o mejora de una línea.

7.2.1.1 Acondicionamiento o mejora del subsistema de infraestructura.

7.2.2 Renovación de una línea.

7.2.2.1 Renovación del subsistema de infraestructura.

7.2.3 Sustitución en el marco del mantenimiento.

7.2.4 Líneas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento.

7.3 Aplicación de la instrucción a túneles.

7.3.1 Túneles nuevos.

7.3.2 Túneles existentes.

7.3.2.1 Acondicionamiento o renovación del túnel.

7.3.2.2 Ampliación de un túnel.

7.4 La velocidad como criterio de migración.

7.5 Evaluación de compatibilidad entre infraestructura y material rodante tras la autorización de dicho material.

Apéndices del anexo I.

Apéndice A. Glosario de términos de la instrucción.

Apéndice B. Referencias normativas.

B.1 Reglamentación contemplada en la instrucción IFI.

B.2 Referencias normativas de la instrucción IFI.

B.3 Otra documentación.

Apéndice C. Verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de infraestructura.

Apéndice D. Requisitos de capacidad portante de las estructuras en función del Código de Tráfico.

Apéndice E. Cuestiones pendientes.

E.1 Cuestiones pendientes de las ETI para los que no se establecen requisitos en esta instrucción.

E.2 Cuestiones pendientes de esta instrucción.

Cuadro E.2.a Puntos pendientes de la Instrucción IFI en las líneas de ancho ibérico y estándar europeo.

Apéndice F. Límites de actuación inmediata.

F.1 Ancho de vía medio sobre 100 m.

F.2 Ancho de vía o ancho pico.

F.3 Nivelación longitudinal.

F.4 Peralte.

F.5 Alineación.

Apéndice G. Anchura útil mínima de andenes de nueva construcción y señalización en andenes.

G.1 Anchura útil mínima de andenes de nueva construcción.

G.2 Señalética en andenes.

G.2.1 Tipología de carteles.

G.2.2 Tamaño de los pictogramas.

G.2.3 Tamaño de letra y contraste entre el carácter/pictograma y el fondo del cartel.

Apéndice H. Combinaciones de curvas horizontales.

H.1 Longitud límite del elemento (o elementos) intermedio(s) (L_{slim}) entre dos variaciones bruscas de curvatura.

H.2 Variación brusca de la insuficiencia de peralte (ΔI) cuando existen variaciones bruscas de curvatura en las curvas combinadas.

H.2.1 Longitud del elemento (o elementos) intermedio(s) igual(es) o superior(es) al valor límite mínimo ($L_s \geq L_{slim}$).

H.2.2 Elemento(s) intermedio(s) de longitud inferior a la estándar ($L_s < L_{slim}$), o cuando no hay ningún elemento intermedio ($L_s = 0$).

H.2.3 Requisitos para prevenir el encaballamiento o bloqueo de los topes 302

Apéndice I. Limitaciones y riesgos asociados a la utilización de los valores límite excepcionales de los parámetros de trazado.

Apéndice J. Señalización de evacuación y emergencia en túneles.

Apéndice K. 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.

- K.1 Consideraciones generales.
- K.2 Objeto del apéndice.
- K.3 Planteamiento general a seguir.
- K.4 Procedimiento técnico.

- K.4.1 Medida del viento desde la fase de construcción de la plataforma ferroviaria.
- K.4.2 Estudio de viento.
- K.4.3 Propuesta y selección de las medidas de protección en las zonas que lo precisen.

- K.4.3.1 Protección activa.
- K.4.3.2 Protección pasiva.

- K.4.4 Implantación de las medidas de protección.
- K.4.5 Vigilancia y nuevos estudios.

Apéndice L. Evaluación de las estructuras existentes en una línea ferroviaria.

- L.1 Objeto.
- L.2 Datos previos.

- L.2.1 Consideraciones generales.
- L.2.2 Datos históricos.

L.3 Niveles de análisis.

L.4 Aproximación inicial relativista, por comparación de los esfuerzos producidos al paso del tren de cargas vigente y el de referencia.

- L.4.1 Planteamiento del problema.
- L.4.2 Formulación de la propuesta.

- L.4.2.1 Planteamiento de la propuesta simplificada.

L.5 Análisis estructural progresivo.

L.5.1 Nivel 1. Trenes de carga envolventes para acciones del tráfico y formatos de seguridad de obra nueva, con la reglamentación específica vigente.

L.5.2 Nivel 2. Trenes de carga de referencia para acciones del tráfico y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con materiales idealizados.

L.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.

L.5.4 Nivel 4. Tren de referencia en estudio, materiales actualizados tras inspección especial y planteamiento probabilista.

- L.6 Validación cualitativa.
- L.7 Consideraciones adicionales de seguridad para el comportamiento en servicio.

Apéndice M. Requisitos de control-mando y señalización.

Apéndice N. Aplicación de los requisitos del capítulo 4 a las líneas de ancho métrico.

N.1 Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema (4.1).

- N.1.1 Categorías de línea (4.1.1).
- N.1.2 Parámetros característicos (4.1.2).

- N.1.2.1 Carga por eje y velocidad de la línea (4.1.2.1).

- N.1.2.2 Longitud útil de andén y longitud permitida del tren (4.1.2.3).

N.1.3 Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.3).

N.1.4 Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.4).

N.1.4.1 Trazado de las líneas (4.1.4.1).

N.1.4.1.1 Gálibo de implantación de obstáculos (4.1.4.1.1).

N.1.4.1.2 Distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2).

N.1.4.1.3 Pendientes máximas (4.1.4.1.3).

N.1.4.1.4 Radio mínimo de las alineaciones circulares, (R) (4.1.4.1.4).

N.1.4.1.5 Radio mínimo de los acuerdos verticales, (Rv) (4.1.4.1.5).

N.2 Normas de explotación (4.3).

N.3 Mantenimiento del subsistema de infraestructura (4.4).

N.4 Competencias profesionales (4.5).

N.5 Condiciones de seguridad y salud (4.6).

N.6 Registro de infraestructura (4.7) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).

Apéndice O. Procedimiento para el cálculo de la ocupación total en estaciones ferroviarias de viajeros.

O.1 Datos previos.

O.2 Objeto.

O.3 Definiciones.

O.4 Procedimiento general de cálculo.

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, la presente Instrucción contiene, especificaciones que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a éstas para la verificación del subsistema. En particular, pueden desarrollar, 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, mejora o acondicionamiento 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.

La presente Instrucción establece los siguientes requisitos agrupados en dos tipos: normas nacionales en el ámbito de 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 e instrucciones adicionales.

– Normas nacionales en el ámbito de la Directiva (UE) 2016/797, de 11 de mayo de 2016.

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 con lo indicado en el apéndice N.

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.

Además de las especificaciones para las instrucciones adicionales, en el libro tercero se contemplan otros aspectos de la presente Instrucción, tales como, la definición del subsistema de infraestructura, requisitos esenciales, prescripciones adicionales en relación con la evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad y verificación del subsistema de infraestructura, y la aplicación de la Instrucción a dicho subsistema.

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 normalización 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 infraestructura, normativa medioambiental, de seguridad y salud, etc.

c) **Ámbito de aplicación.**

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), definidas en el apartado 1 del anexo II del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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).

En relación con los requisitos de accesibilidad para personas con discapacidad y movilidad reducida la presente Instrucción únicamente es aplicable a los andenes y cruces entre andenes.

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 del libro tercero. 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) del libro tercero.

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, 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).

d) Componentes de interoperabilidad.

Uno de los objetivos de la Directiva (UE) 2016/797, 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.

e) 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 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.

f) 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.

LIBRO SEGUNDO

Normas nacionales del subsistema de infraestructura en el ámbito de la Directiva 2016/797

1. INTRODUCCIÓN.

En el presente libro se incluyen las normas nacionales del subsistema de infraestructura en el ámbito de 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, de acuerdo con el artículo 75.3 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 su justificación de acuerdo con el artículo 75.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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. 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) |
| | 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. Aprovechamiento 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) |

| Ancho de vía aplicable (mm) | Norma nacional | Parámetro ETI | Art. 75.1 |
|---|--|--|-----------|
| 1000 | 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 se rebajará entre 3-4 cm por debajo de la parte de menor altura de la cara superior de la traviesa y únicamente entre carriles.

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.

A los efectos de la presente Instrucción, y conforme al artículo 56.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, solo se consideran 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 56.2⁽¹⁾.

⁽¹⁾ En particular, conforme a lo recogido en el artículo 56.2 del RD 929/2020, de 27 de octubre, 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.

i. En el caso de actuaciones.

Cuando se realicen actuaciones de:

1. construcción de nuevas estaciones, o
2. acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria en la que se sitúa una estación, o
3. acondicionamiento de una estación, solo se mantendrán los cruces de vía entre andenes 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 cruce entre andenes, de la visibilidad existente en el mismo, de la intensidad del tráfico ferroviario y de la climatología. Se podrá excluir del cumplimiento indicado anteriormente las actuaciones que se encuentren en avanzado estado de desarrollo, entendiéndose por tales aquéllas cuya fase de planificación/construcción esté tan adelantada que una modificación del pliego de prescripciones técnicas pudiera comprometer la viabilidad del proyecto tal como fue planeado, así como cuando se proceda conforme lo indicado en el artículo 109.7 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

En el caso de que el plan nacional de implementación de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida (Reglamento (UE) 1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014) defina actuaciones de mayor alcance que las de la presente Instrucción, en las estaciones o bien en las líneas donde se encuentren las mismas, en materia de iluminación, balizamiento, cruces entre andenes y rampas de acceso, se procederá como señale dicho plan.

Los cruces entre andenes que no se supriman deberán estar dotados de un sistema de protección al usuario, acorde con lo indicado en el anexo VIII, apartado II, del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, donde se establecen las siguientes clases de protección de los cruces entre andenes:

1. Clase 1: comprende los siguientes tipos de protección, ordenados en función creciente del nivel de protección al usuario del cruce:

- Tipo P: Protección pasiva que no da al usuario información específica de la llegada del tren.
- Tipo A1: Protección activa que avisa al usuario de la llegada del tren, y cuyo accionamiento es ajeno a este último. La activación de la protección se realiza manualmente por personal ferroviario o a través de los sistemas de información general de llegada o paso del tren.
- Tipo A2: Protección activa que avisa al usuario de la llegada del tren por personal ferroviario situado a pie del cruce.

La combinación de la clase de protección 1 con el tipo de protección da lugar a las clases de protección 1-P, 1-A1 y 1-A2.

La clase de protección 1 definida en el apartado III del anexo VIII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, se corresponde con las clases de protección 1-P, 1-A1 y 1-A2, pudiendo entenderse con carácter general como clase de protección 1 mínima la clase 1-P salvo que el estudio de evaluación de riesgos determine una clase de protección superior 1-A1 o 1-A2.

2. Clase 2: 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.

Esta clase se corresponde con la clase de protección 2-A definida en la presente Instrucción.

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 y los gestores de las estaciones cuando la gestión de las mismas esté encomendada a un operador distinto del administrador de infraestructuras, deberían evaluar la conveniencia de adoptar una clase de protección superior a través de la aplicación del Método Común de Seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, así como medidas adicionales de protección del cruce o de restricción de la circulación, en función de condicionantes tales como:

- La siniestralidad existente,
- El momento de circulación peatonal (PxT),
- La coexistencia en la estación de trenes con y sin parada comercial,
- Las circunstancias excepcionales de uso de la estación, o
- Los factores externos o ambientales, tales como la frecuencia de días de niebla o la disminución de visibilidad que ocasione la configuración de vías ante la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose.

Cuando la gestión de la estación 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 la línea.

La definición de los equipamientos asociados a cada clase de protección se incluye en el apartado 2.1.2.2 del presente libro y el equipamiento de iluminación y balizamiento en los apartados 2.1.2.3.a) y 2.1.2.3.b) del presente libro. En los apartados 2.1.2.3.c) y 2.1.2.3.d) del presente libro se incluyen ejemplos de balizamiento.

Los cruces entre andenes y rampas de acceso cumplirán los requisitos de los apartados 4.1.4.7.7.c.1 y 4.1.4.7.7.c.2 del libro tercero.

ii. En ausencia de actuaciones.

En aquellas estaciones que no se acondicionen o bien estén situadas en líneas o tramos de éstas 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:

1. Que todos los cruces entre andenes sean equipados con la iluminación y balizamiento que cumpla los requisitos incluidos en los apartados 2.1.2.3.a) y 2.1.2.3.b) del presente libro. En los apartados 2.1.2.3.c) y 2.1.2.3.d) del presente libro se incluyen ejemplos de balizamiento.

2. La clase de protección mínima necesaria a aplicar en el cruce entre andenes sea la indicada en el cuadro 2.1.2.1.

iii. Cuadro resumen de casos.

Cuadro 2.1.2.1 Casos en los que podrían existir cruces entre andenes y clase de protección mínima necesaria

| Caso | Velocidad máxima de circulación en el cruce entre andenes V_m [km/h] | | | |
|---|--|---|---|------------------------|
| | $V_m \leq 40$ y $D_{rp} \geq D_{tp}$ | $40 < V_m < 160$ y $D_{rp} \geq D_{tp}$ | $V_m < 160$ y $D_{rp} < D_{tp}$ | $V_m \geq 160$ |
| Nuevo cruce entre andenes, estación en línea nueva o nueva estación en línea existente [®] | Clase de protección 2-A | Cruce a distinto nivel (Véase el apartado 4.1.4.7.7.c.3 del libro tercero) | Cruce a distinto nivel | |
| Acondicionamiento de estación (**) | | | Cruce a distinto nivel. Excepcionalmente, en casos, debidamente justificados por condicionantes técnicos y/o económicos, podrá adoptarse una clase de protección 2-A | |
| Estación en línea acondicionada (***) | Clase de protección 2-A, excepto que se acredite que $T' < 8$, en cuyo caso se podrá implantar la clase de protección 1-P (*) | Clase de protección 2-A, excepto que se acredite que $T' < 8$, en cuyo caso se podrá implantar la clase de protección 1-A1 (*) | Si como consecuencia del acondicionamiento se produce un aumento de la velocidad máxima de circulación en el cruce entre andenes o un empeoramiento de la visibilidad se considerará cruce a distinto nivel, en el resto de las actuaciones de acondicionamiento se adoptará la clase de protección mínima 2-A valorando si es viable implantar un cruce a distinto nivel | Cruce a distinto nivel |
| Renovación del subsistema infraestructura de la línea en que se sitúa la estación (****) | | | | |
| Estaciones que no se acondicionen o bien estén situadas en líneas o tramos que no sean objeto de acondicionamiento o renovación | | Clase de protección 2-A, excepto que se acredite que $T' < 8$, en cuyo caso se podrá implantar la clase de protección 1-P (*) | Clase de protección 2-A | |

Siendo:

 D_{tp} : Distancia de visibilidad técnica. D_{rp} : Distancia de visibilidad real. T' : Número medio de circulaciones en la hora punta de los días de la semana del año con mayor tráfico.(*) Antes de adoptarse esta clase de protección deberá considerarse la posible disminución de visibilidad por condiciones ambientales (días de niebla[®], etc.) o por la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose del cruce entre andenes.

Los trenes dotados de sistemas automáticos de emisión de mensajes por megafonía, cuando efectúen parada en estaciones con cruces entre andenes sin protección de clase 2-A, deberán emitir un aviso a fin de que los viajeros que bajen del tren extremen la atención en dicho cruce. Siempre y cuando sea técnicamente viable, el mensaje de la megafonía será el siguiente: «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 del tren forma parte de su equipamiento, por lo que su diseño, construcción y mantenimiento están sujetos 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 recorridos 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 o tramo acondicionado según se recoge en el Real Decreto 929/202, de 27 de octubre, «los trabajos de modificación de gran calado en los subsistemas estructurales fijos de las líneas existentes que mejoran su rendimiento general». A estos efectos de consideración incluidos en esta definición aquellas actuaciones de mejora, que incrementen 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. Deberán adaptarse a lo dispuesto en esta Instrucción las estaciones incluidas en el tramo objeto de acondicionamiento delimitado por los puntos kilométricos de inicio y final de la actuación.

(****) Se considera renovación del subsistema infraestructura de la línea según se recoge en el Real Decreto 929/202, «trabajos importantes de sustitución de un subsistema o de una parte de este que no afecten al rendimiento global del subsistema». Deberán adaptarse a lo dispuesto en esta Instrucción las estaciones incluidas en el tramo objeto de renovación delimitado por los puntos kilométricos de inicio y final de la actuación.

(2) Sólo podrán realizarse nuevos cruces permanentes entre andenes en estaciones o apeaderos cuando se cumplan todas las condiciones indicadas en el artículo 57 del RD 929/2020, de 27 de octubre.

(3) De forma meramente indicativa se considera que un número de días de niebla al año igual o mayor a 25 según los datos de la Agencia Estatal de Meteorología para el municipio en que se ubica la estación puede ser un valor de referencia para este umbral.

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.

Además de los equipamientos correspondientes a cada clase de protección indicados en este apartado, los cruces entre andenes y rampas de acceso cumplirán los requisitos definidos en los apartados 4.1.4.7.7.c.1 y 4.1.4.7.7.c.2 del libro tercero y estarán dotados de iluminación y balizamiento que cumpla los requisitos definidos en los apartados 2.1.2.3.a) y 2.1.2.3.b) del presente libro.

a) Equipamiento asociado a la clase de protección 1-P.

Está constituido por los carteles de prohibición y advertencia para los viajeros y las señales ferroviarias «silbar».

1. Carteles de prohibición y advertencia para los viajeros. En el apéndice G se encuentran ejemplos de estos, así como sus dimensiones y contraste.

Se recomienda que a lo largo de los andenes y en lugar visible para los viajeros se instalen carteles que indiquen:

| Texto | Escenario |
|--|--------------------------------------|
| «PROHIBIDO CRUZAR LAS VÍAS». | Estaciones SIN cruces entre andenes. |
| «PROHIBIDO CRUZAR LAS VÍAS excepto por paso habilitado». | Estaciones CON cruces entre andenes. |

La situación de estos carteles será la siguiente:

a) En los andenes de longitud igual o inferior a 150 m, se colocarán en la mediatriz del andén y a 25 m de cada extremo de este.

b) En los andenes de longitud superior a 150 m, se colocarán en la mediatriz del andén y a intervalos de 50 m, a cada lado del cartel central, hasta llegar a los extremos del andén.

Si la distancia entre el último cartel y el extremo del andén fuera superior de 25 m, se colocará uno a 25 m del extremo del andén, y otro en la mediatriz de este, distribuyendo a intervalos iguales los intermedios, con un intervalo máximo de 50 m.

c) Los carteles podrán situarse: en los boceses del andén, en paramentos verticales a 2 m de altura, o bien, sobre soportes verticales que dejen un paso libre de 2,20 m de altura respecto al nivel del andén. En el caso de que sitúen en los boceses se recomienda tener en cuenta las dificultades que puede suponer su mantenimiento.

d) La posición de los carteles no impedirá al viajero situado en el cruce divisar el tren a la distancia de visibilidad técnica.


Además, el cruce deberá contar con un cartel específico de advertencia que indique:

«PASO HABILITADO PARA CRUZAR LAS VÍAS. ¡EXTREME SU ATENCIÓN! MIRE A AMBOS LADOS ANTES DE CRUZAR»


2. 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 entre 1,0 y 1,4 veces la distancia de visibilidad técnica (D_{tp}) en todas las vías que sean atravesadas por el cruce peatonal entre andenes y sin superar

nunca los 500 m. En el caso de las clases de protección 1-P, 1-A1 y 1-A2 se podrán situar a la distancia de visibilidad real, aunque se recomienda que se sitúen en el rango indicado.

Asimismo, dicho artículo permite retirar la señal de silbar durante los periodos en los que no exista la causa por la que se instaló. En consecuencia, para reducir posibles perjuicios derivados de la contaminación acústica asociada al uso del silbato del tren en núcleos urbanos, el administrador de infraestructura podrá modular su utilización y definición durante un horario limitado, asociado a un menor uso del cruce. Para ello, la señal podrá taparse, retirarse o, en su caso, apagarse con objeto de que carezca de significación en dichos horarios. Como alternativa al apagado, la señal podrá incorporar una banda diagonal luminosa que anule temporalmente la orden preexistente de la señal, cuando esté encendida:

| Aspecto | Indica |
|---|--|
| FI15Abis  | Anulación de la señal de silbar, es decir, circular normalmente, si nada se opone. |

De conformidad con el artículo indicado, la señal de silbar podrá llevar aparejada la leyenda indicadora de la causa («Cruce andenes») o preferentemente, añadir sobre su mástil el siguiente cartelón:

| Aspecto | Indica |
|---|---|
| FI15AÑ  | La proximidad de un cruce entre andenes. Se instala a una distancia de este de entre 1,0 y 1,4 veces su distancia de visibilidad técnica y sin superar nunca los 500 m. |

b) Equipamiento asociado a la clase de protección 1-A1.

Está constituido por el equipamiento asociado a la clase de protección 1-P, al que se añaden los sistemas de información al viajero (megafonía y deseablemente teleindicadores), para realizar avisos relativos al paso de los trenes por la estación en la que esté situado 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, de sus comunicaciones y de los sistemas que publican la información de seguimiento de los trenes, no garantizan la integridad, fiabilidad, disponibilidad y seguridad de la información. Es por ello por lo que los anuncios generados por dichos sistemas recomendarán que se extreme la precaución al cruzar las vías ante la circulación de trenes con y sin parada.

Los textos y los tiempos de antelación de anuncio 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, de los sistemas técnicos, de la información de la ubicación y velocidad del tren disponibles.

Los sistemas de información al viajero están constituidos por los teleindicadores y por los avisos acústicos.

3. Los teleindicadores deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Las pantallas se diseñarán para un ámbito de utilización definido por la distancia máxima de visualización con arreglo a la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño de la fuente (en mm)} = \frac{\text{Distancia de lectura (en mm)}}{250}$$

(por ejemplo: 10.000 mm/250 = 40 mm)

- d) Texto de los teleindicadores:
 - i. General, que recuerde el uso de 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»

- ii. Específico, para 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.

Los avisos se emitirán antes del paso del tren por la estación y se repetirán (añadiendo una pausa mínima de 15 segundos entre repeticiones), hasta que el tren finalice su paso y siempre teniendo en cuenta que el primer mensaje emitido finalice al menos 30 segundos antes del paso del tren por el cruce entre andenes, cuando los sistemas técnicos lo permitan.

4. Los avisos acústicos mediante megafonía tendrán un nivel STI-PA mínimo de 0,45, de acuerdo con el anexo B de la norma UNE-EN IEC 60268-16. Se tendrán en cuenta los posibles perjuicios debidos a la contaminación acústica causada por los anuncios emitidos, pudiendo modularse por el administrador de infraestructura su utilización y definición durante un horario limitado. Los mensajes por megafonía deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Idiomas:
 - i. 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:
 - Lengua autonómica oficial, en caso de disponer de la misma.
 - Castellano.
 - ii. 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.

iii. 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:

- Primer mensaje: Lengua autonómica - Castellano - Inglés.
- Segundo mensaje: Lengua autonómica - Castellano - Francés.
- Tercer mensaje: Lengua autonómica - Castellano - Inglés.
- Cuarto mensaje: Lengua autonómica - Castellano - Alemán.
- Quinto mensaje: Lengua autonómica - Castellano - Inglés.
- ...

b) Textos de la megafonía:

i. General, que recuerde el uso de los pasos habilitados, análogo al indicado para los teleindicadores en el punto 3.d.i de este apartado 2.1.2.2.

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

ii. Específico para el paso de trenes sin parada, análogo al indicado para los teleindicadores en el punto 3.d.ii de este apartado 2.1.2.2 y con las repeticiones y pausas indicadas en dicho apartado.

iii. 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 adición al mensaje relativo a la circulación del tren de un aviso de precaución en relación a la utilización de los pasos habilitados para realizar el cruce entre andenes.

c) Equipamiento asociado a la clase de protección 1-A2:

Además del equipamiento asociado a la clase de protección 1-P, durante los periodos de uso público del cruce, este estará guardado por personal específico.

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 de usuarios por él y acompañe a estos cuando sea necesario. Los medios necesarios para esta función y su régimen en cuanto a la seguridad en la circulación serán establecidos en el proceso de gestión del riesgo mencionado anteriormente. Se garantizará que la formación y los criterios definidos para autorizar el tránsito en un cruce guardado serán homogéneos, independientemente de quien gestione la estación, siendo el administrador de la infraestructura, como propietario del activo, el que defina el contenido mínimo de dicha formación.

Los cruces para uso exclusivo de la actividad ferroviaria o de los servicios de emergencia, podrán utilizarse de forma excepcional para el tránsito de viajeros u otros usuarios, conforme a lo que se establezca en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructuras. Se podrá contemplar el uso de la clase de protección 1-A2 para los supuestos de averías o realización de obras en los itinerarios específicamente habilitados para el cruce de los viajeros, así como en aquellos otros casos de necesidades puntuales de la explotación ferroviaria que se determinen expresamente. Para ello, deberá llevarse a cabo previamente por el administrador de infraestructura un proceso de gestión del riesgo, valorándose las medidas de protección a aplicar y, en particular, la necesidad de dotarlo de personal de vigilancia o acompañamiento (clase de protección 1-A2).

d) Equipamiento asociado a la clase de protección 2-A:

Consiste en el equipamiento asociado a la clase de protección 1-A1, y además señalización luminosa y acústica (S.L.A.). En este caso, los sistemas de información al viajero mostrarán la información de forma coordinada con la señalización luminosa descrita a continuación, siempre que sea técnicamente posible.

5. 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, es decir, una vez que el sistema haya desencadenado la protección del cruce tras haber detectado la aproximación del tren y mientras este no haya atravesado completamente el cruce.

b) Prohibido cruzar, máximo riesgo. Cuando otro tren está acercándose o sobre el cruce, es decir, una vez que el sistema haya desencadenado la protección del cruce tras haber detectado la aproximación de otro tren y mientras este no haya atravesado completamente el cruce.

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, la señalización se complementará con 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). Dicho texto será el siguiente:

«En ausencia de indicación, PRECAUCIÓN AL CRUZAR. RIESGO DE ARROLLAMIENTO»

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, debiendo ser el usuario quien tome la decisión percibiendo si hay trenes cerca:

d) Instalación averiada, indicando al viajero este hecho de manera expresa (mediante texto o indicación).

e) Precaución al cruzar, trenes en el entorno (el texto o indicación podría ser coincidente con la manera expresa en que se comunique la situación de instalación averiada).

En situaciones específicas de explotación o anomalía, y para evitar que el cruce permanezca en indicación de prohibido cruzar (aspectos a) o b)) durante un tiempo excesivo, tras acreditar el administrador de infraestructura que el nivel de seguridad resultante es aceptable se podrán incorporar al sistema temporizadores u otros medios técnicos, para que transcurrido un tiempo el cruce pueda pasar a mostrar el aspecto e) menos restrictivo, siempre que durante ese periodo no se hayan detectado nuevas aproximaciones de trenes.

6. La señalización luminosa, cuando muestre cualquiera de los aspectos a), b) o e) se complementará con una señal acústica que comenzará a sonar simultáneamente con dicha señal luminosa y cesará al concluir el paso del tren, o en caso de sucesión de éstos, el último de ellos.

En casos debidamente justificados por las condiciones del entorno, podrá prescindirse totalmente de esta o reducir su nivel acústico (de forma general o en determinados intervalos horarios).

Asimismo, podrá variarse la frecuencia o nivel acústico de la señal para diferenciar los aspectos en función de la peligrosidad del escenario.

Cuando un cruce entre andenes sea adyacente o esté muy próximo a un paso a nivel automático, los elementos de detección de trenes de este último podrán ser utilizados como parte del equipamiento de protección del cruce entre andenes, en cuyo caso este deberá considerarse como parte del paso a nivel a los efectos de la actuación ante averías o situaciones anormales. En el caso de pasos a nivel enclavados, el equipamiento de protección de clase 2-A del cruce entre andenes estará integrado en el sistema de protección del paso a nivel a todos los efectos.

2.1.2.3 Iluminación y balizamiento.

Los equipamientos que se incluyen en este apartado 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.

a) Iluminación.

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) Balizamiento.

Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de dos tipos:

1. 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.

2. 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) Ejemplos de balizamiento en accesos a cruces entre andenes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento o renovación.

Dada la variedad posible de tipologías en los accesos a cruces entre andenes se estima que la inclusión de un catálogo de soluciones técnicas excede del alcance de esta Instrucción, por lo que únicamente se incluyen algunos ejemplos que pueden ser utilizados como pauta para el diseño de cada caso concreto en el que debe tenerse en consideración la visibilidad desde el lugar en que se encuentra el cruce, compatibilizando la mejora de la accesibilidad de la estación, con las condiciones de acceso a los trenes contempladas en la normativa.

En las figuras 2.1.2.3.c.1, 2.1.2.3.c.2 y 2.1.2.3.c.3 se incluye un ejemplo de balizamiento para el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados).

En las figuras 2.1.2.3.c.4, 2.1.2.3.c.5 y 2.1.2.3.c.6 se incluye un ejemplo de balizamiento para el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén.

Figura 2.1.2.3.c.1. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Esquema general

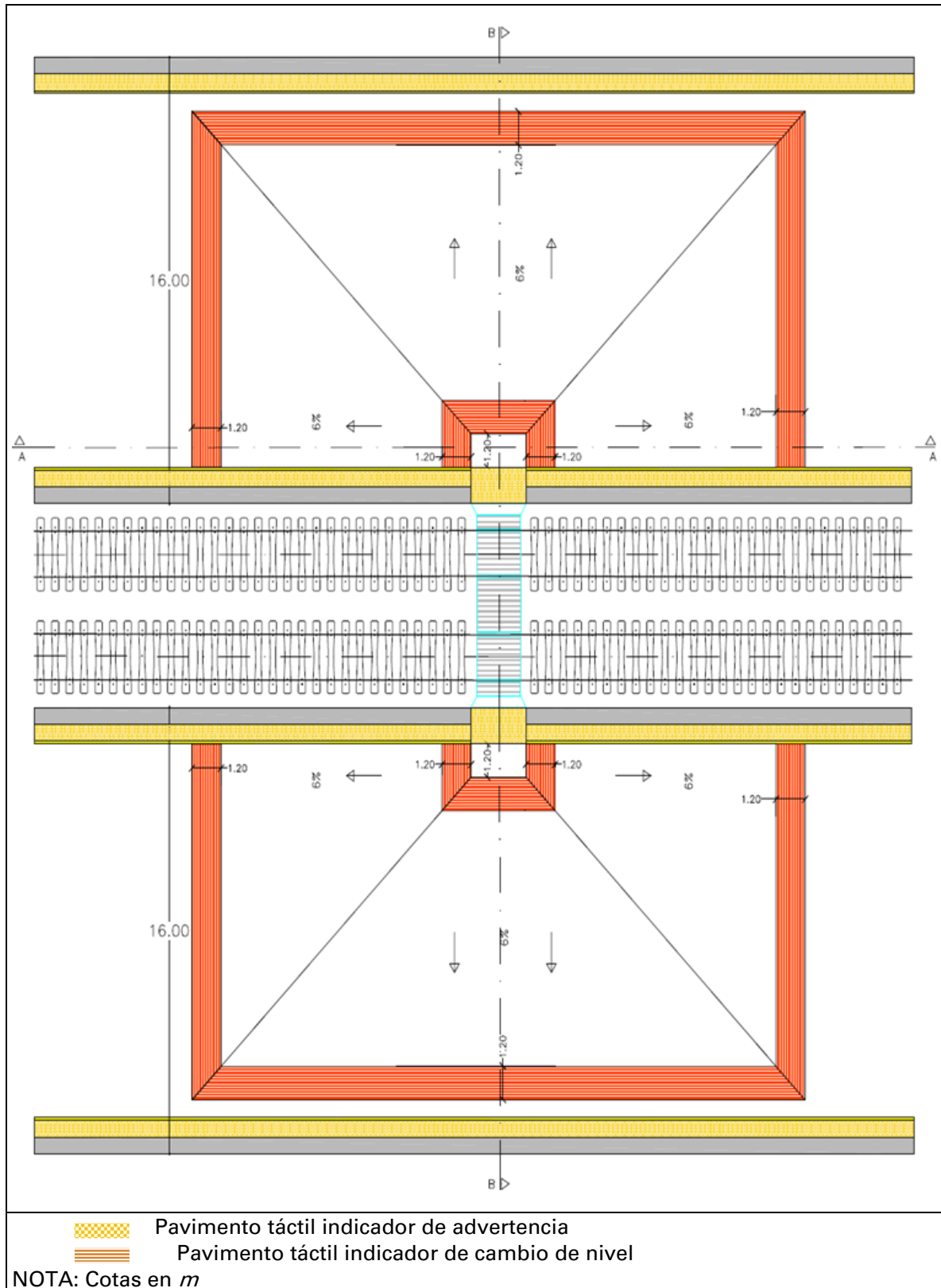


Figura 2.1.2.3.c.2. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Secciones

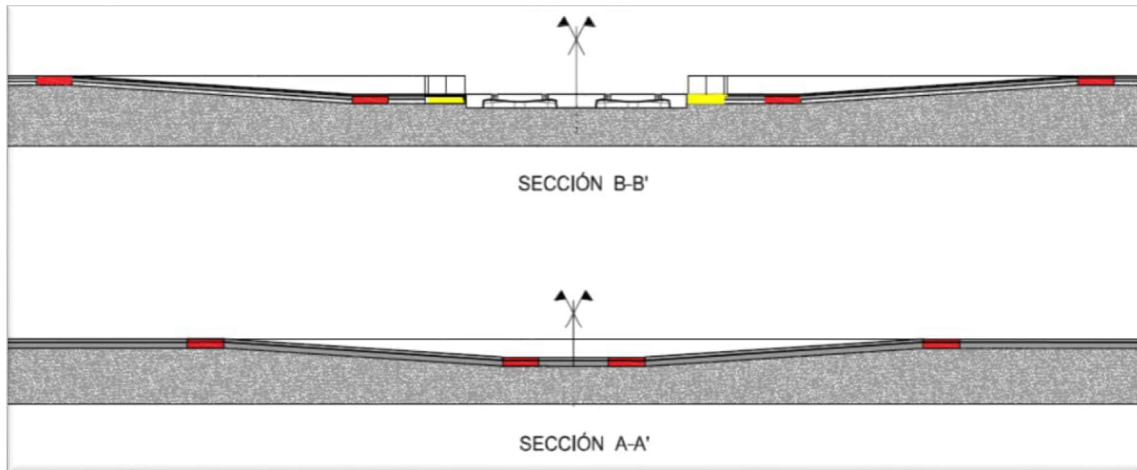


Figura 2.1.2.3.c.3. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados). Pavimentos

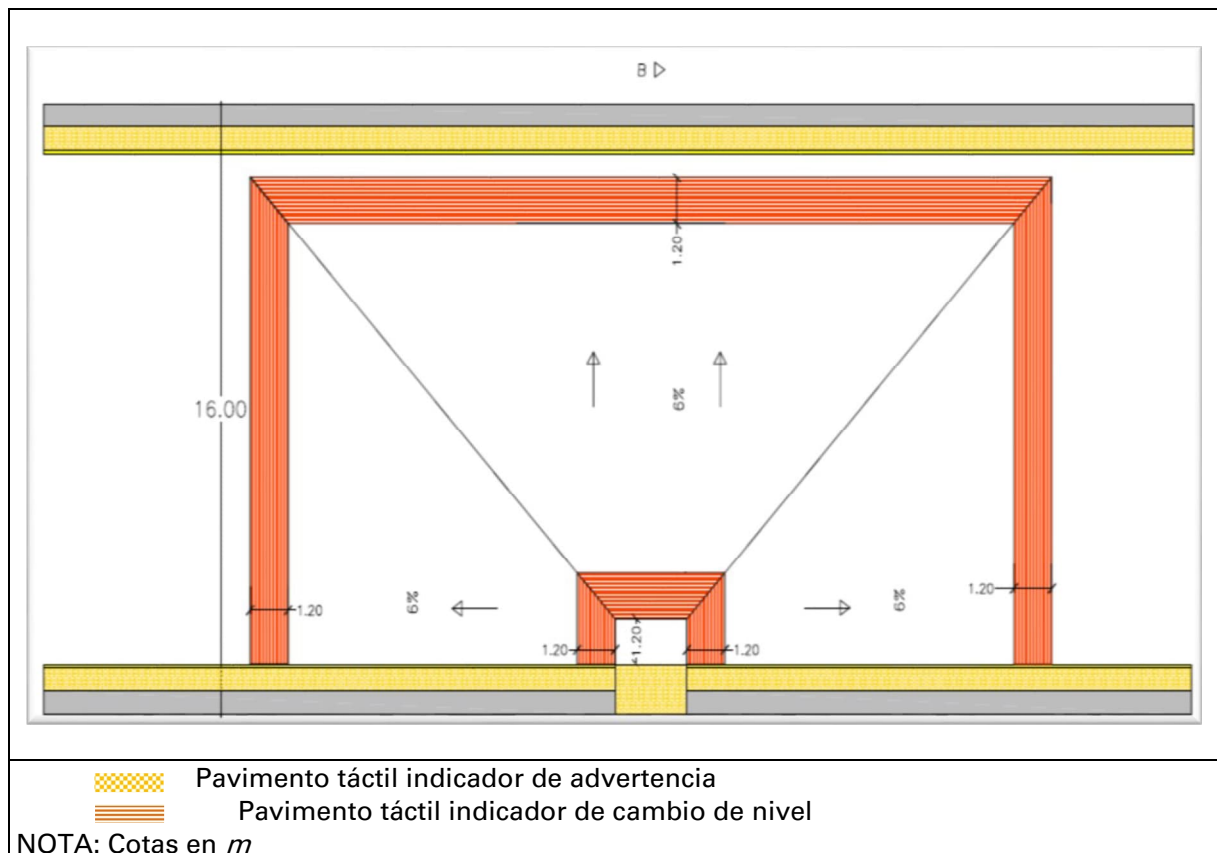


Figura 2.1.2.3.c.4. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Esquema general

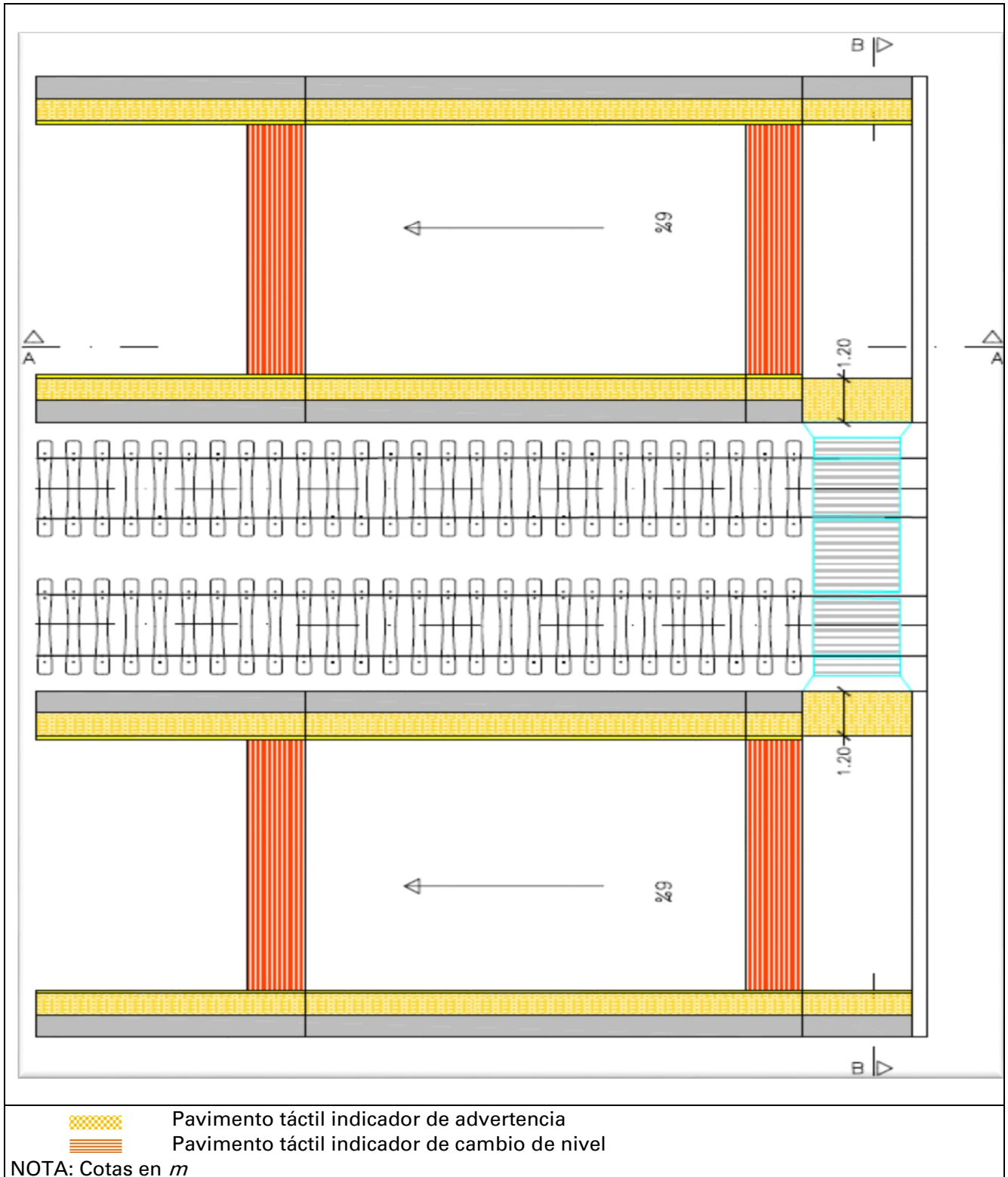


Figura 2.1.2.3.c.5. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Secciones

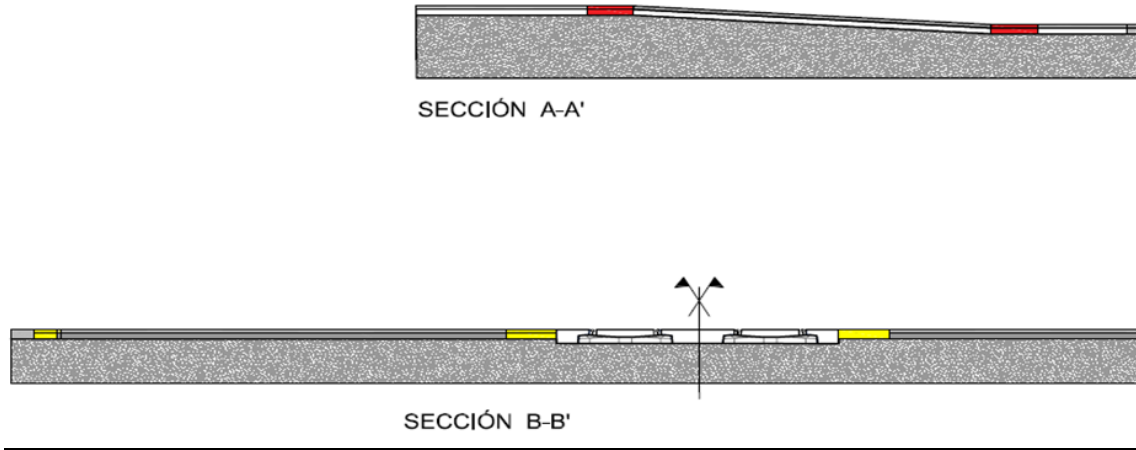
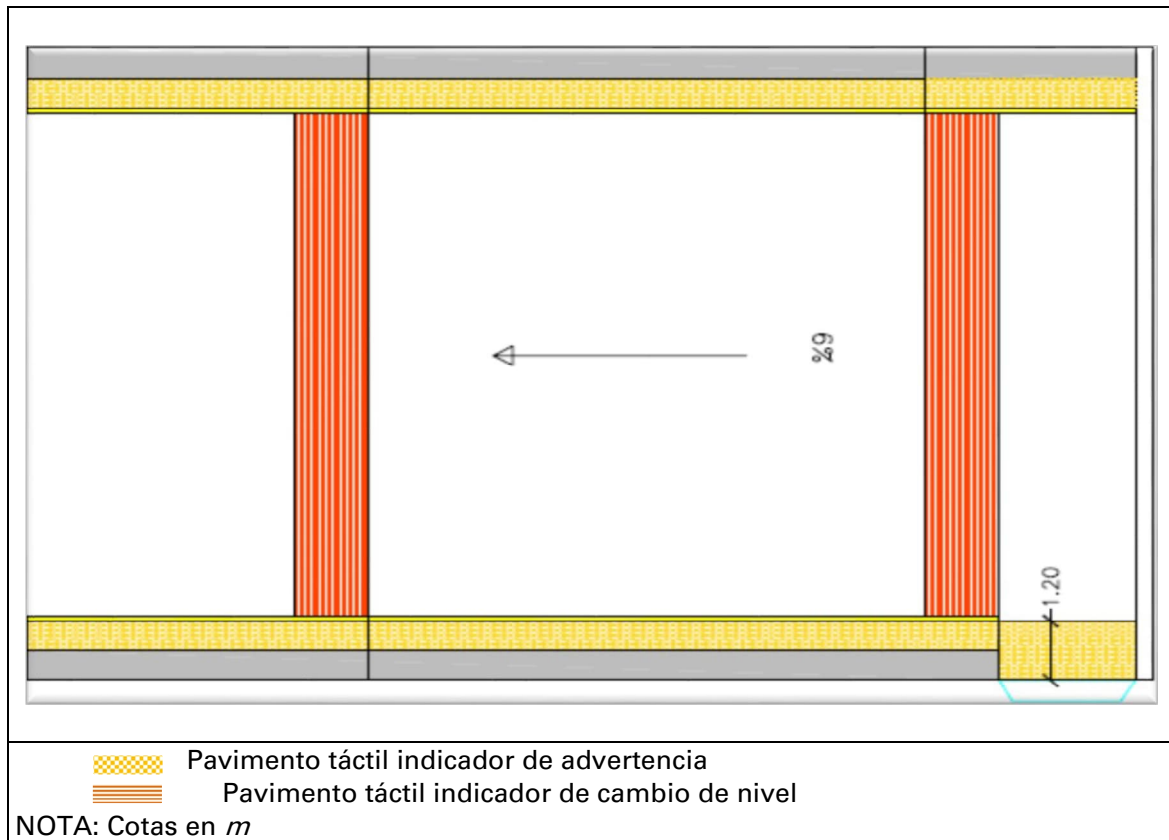


Figura 2.1.2.3.c.6. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén. Pavimentos



d) Ejemplos de balizamiento en accesos a cruces entre andenes en estaciones o líneas que no sean objeto de acondicionamiento o renovación.

En las figuras 2.1.2.3.d.1 y 2.1.2.3.d.2 se incluye un ejemplo de balizamiento para el caso de cruce entre andenes en el interior del andén (se accede al cruce entre andenes desde tres lados).

En la figura 2.1.2.3.d.3 se incluye un ejemplo de balizamiento para el caso de cruce entre andenes en el extremo del andén.

En los tres casos se mantienen las pendientes de las rampas existentes.

Figura 2.1.2.3.d.1. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el interior de andenes con anchura superior a 4 m

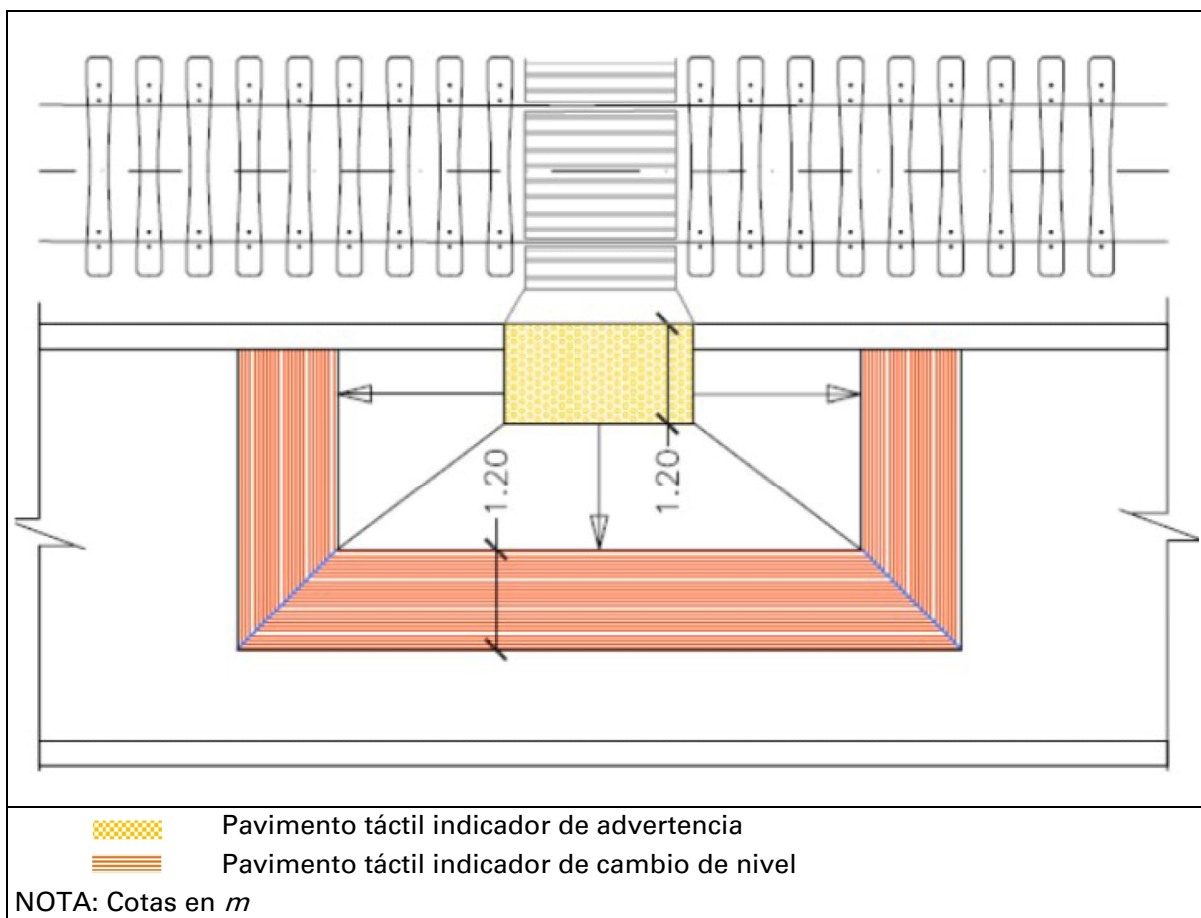


Figura 2.1.2.3.d.2. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes en el interior de andenes con anchura igual o inferior a 4 m

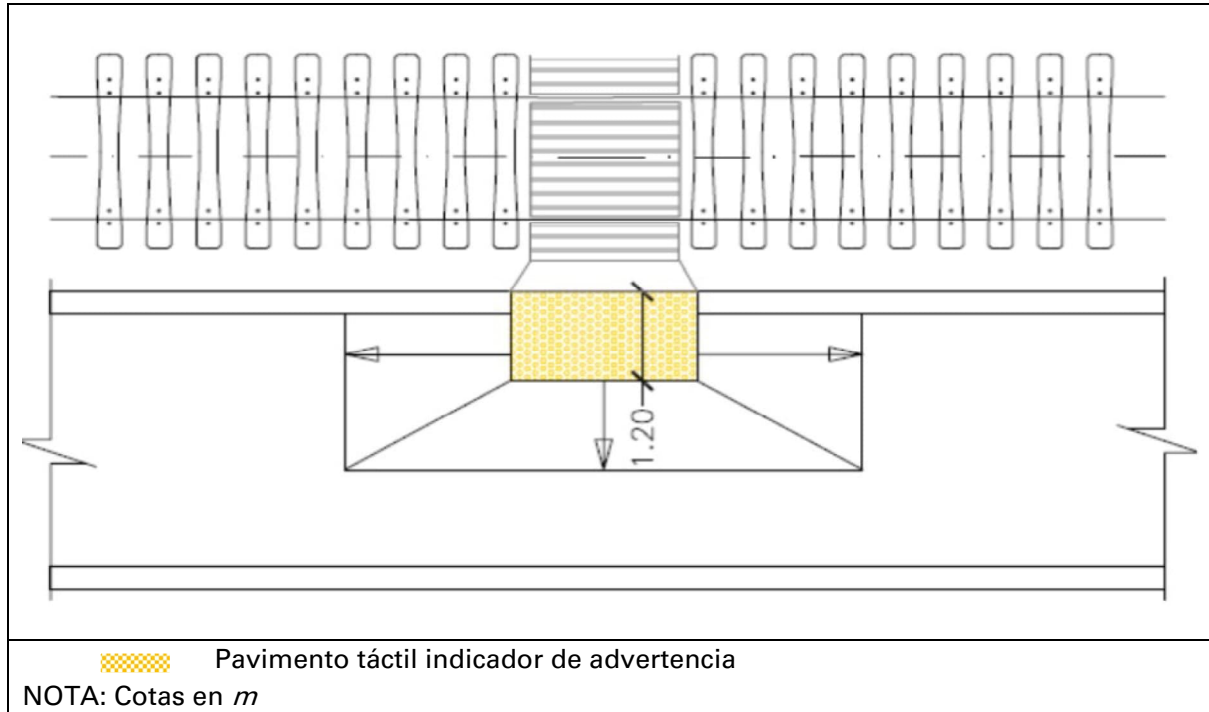
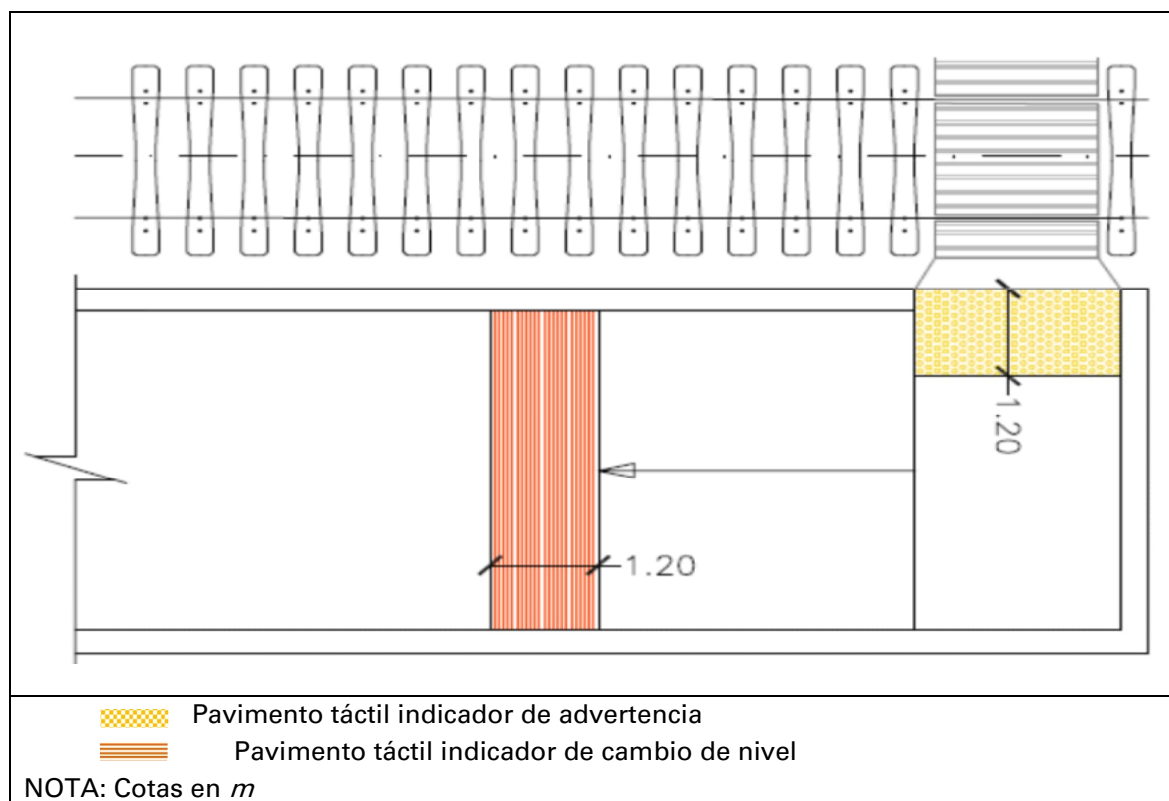


Figura 2.1.2.3.d.3. Ejemplo de balizamiento en el caso de cruce entre andenes situado en el extremo del andén



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 Gálibo de implantación de obstáculos en partes altas

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

⁽¹⁾ En los proyectos de líneas acondicionadas, el gálibo uniforme de implantación de obstáculos será el GEE10, no obstante, la Autoridad Ferroviaria podrá autorizar, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, el gálibo de implantación de obstáculos GED10 (uniforme, nominal o límite), calculado con las características del tramo, o incluso mantener las condiciones existentes cuando no se cumpla el gálibo límite GED10, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar.

En las líneas donde no se cumpla el gálibo límite de implantación de obstáculos GED10, con independencia de que se actúe o no se actúe sobre la línea, el administrador de infraestructuras declarará debidamente el perfil de obstáculos y la geometría de la vía, garantizando asimismo en el tiempo que ante cualquier modificación tanto en el perfil de obstáculos como en la geometría de la vía se permita que el material rodante que ya circule por la línea siga siendo compatible.

⁽²⁾ Cuando para algún tramo de línea exista un itinerario alternativo que cumpla el gálibo uniforme de implantación de obstáculos GEE10, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

⁽³⁾ Cuando para algún tramo de línea no exista itinerario alternativo que cumpla el gálibo uniforme de implantación de obstáculos GEE10, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo nominal de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

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

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.

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

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

En situaciones excepcionales en las que no sea viable el gálibo uniforme de implantación de obstáculos, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, el administrador de infraestructuras, previo informe que lo justifique, podrá autorizar, en determinados tramos o secciones de la línea un gálibo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido a partir de los parámetros de trazado de ese tramo o sección. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

La aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos requiere que las operaciones de mantenimiento se lleven a cabo de modo que se garantice que la posición de la vía se mantiene a lo largo de su vida útil dentro de los márgenes tenidos en cuenta en el cálculo. Por tanto, el cumplimiento del gálibo no solo debe garantizarse en el momento de realizar la obra sino también durante la explotación.

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 gálibo de implantación de obstáculos definido en el cuadro 2.2.1 para líneas acondicionadas.

En líneas renovadas se deberá verificar que se cumple con el gálibo nominal de implantación de obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos. En situaciones excepcionales se podrá solicitar una disconformidad en relación con el cumplimiento del gálibo límite de implantación de obstáculos, debiendo aplicarse el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

En las sustituciones que se realicen en el marco del mantenimiento que puedan tener afección al gálibo se verificará que se cumple con el gálibo nominal de implantación de obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos.

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 se adoptará de acuerdo con los límites indicados en el cuadro 2.2.2, sin perjuicio de que puedan adoptarse valores superiores por necesidades funcionales.

Cuadro 2.2.2 Distancia entre ejes de vía

| Valores del entreje (m) | | |
|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| 3,5 | 3,5 | Límite ⁽¹⁾ |

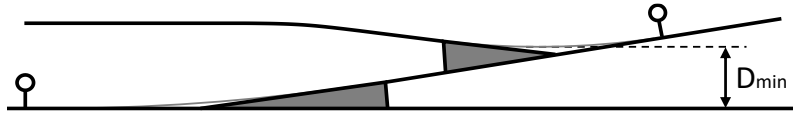
⁽¹⁾ Límite: valor del entreje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En el caso de vías con diferente peralte así como en el caso de vías con el mismo peralte y radio inferior a 100 m será necesario comprobar que se verifica el entreje límite, definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

En el caso de que se adopte el entreje límite excepcional y existan aparatos de vía que den acceso a otras vías, será necesario verificar adicionalmente que se cumple el gálibo en aparatos de vía de acuerdo con el apartado 3.7.1.2 de la Instrucción Ferroviaria de Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio). De acuerdo con esta verificación será necesario incrementar el entreje límite.

En instalaciones que dispongan de vías de apartado con vía mango, la distancia mínima entre el punto más desfavorable del eje de la vía mango (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 el entreje límite excepcional.

Figura 2.2.2. Distancia mínima entre el eje de la vía mango y la vía general



2.2.3 Pendientes máximas.

Las rampas y pendientes máximas admisibles de diseño en líneas nuevas se recogen en el cuadro 2.2.3:

Cuadro 2.2.3 Declividades máximas de diseño en líneas nuevas

| Tipo de vías | | Declividades máximas de diseño (milésimas) | | |
|---|----------------------------------|--|--------|--|
| | | Referencia | Normal | Excepcional |
| Vías fuera del dominio de las estaciones. Vías generales. | Tráfico mayoritario de viajeros. | 20 | 25 | 30 |
| | Tráfico mixto y de mercancías. | 12,5 | 15 | 15 |
| 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 | (1) |
| Vías de maniobra protegidas con mangos de seguridad no destinadas al estacionamiento de trenes. | | 5 | | (2) |
| P.A.T., vías destinadas exclusivamente a regulación de la circulación (cruces, adelantamientos), subida/bajada de viajeros, sin previsión de estacionamientos prolongados ni enganche y desenganche de vehículos. | | 10 | | Misma rampa admitida en las vías fuera del dominio de las estaciones para el tramo en el que se ubica la instalación |

(1) 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.

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

2.2.4 Radio mínimo de las alineaciones circulares.

Líneas de tráfico mayoritario de viajeros.

Al proyectar las líneas de tráfico mayoritario 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 2.2.7 del presente libro (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 insuficiencia de peralte (apartado 2.2.7 del presente libro) no se superan.

Además, se comprobará que, con el radio de diseño, a la velocidad mínima considerada, no se supera el exceso de peralte (apartado N.1.4.2.7 del tercer libro) en ningún caso.

Todas las categorías de línea.

El radio de alineaciones circulares no será inferior al indicado en el cuadro 2.2.4.

Cuadro 2.2.4 Valores límite de diseño del radio mínimo de alineaciones circulares

| Radio mínimo de alineación circular (m) | | |
|---|---------------|--------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| 200 | 100 | 90 |

2.2.5 Ancho de vía nominal.

El ancho de vía nominal será de 1000 mm.

2.2.6 Peralte.

a) En plena vía.

Los límites para el peralte de diseño se recogen en el cuadro 2.2.6.a.

Cuadro 2.2.6.a Valores límite para el peralte de diseño en plena vía, D_{lim} (mm)

| Peralte (mm) | | |
|----------------------|---------------|--------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| 90 | | 110 |

b) 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 2.2.6.b. 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 2.2.6.b 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 |
| 0 | 40 | 100 |

2.2.7 Insuficiencia de peralte.

Los límites para la aceleración por insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 2.2.7.a a título informativo, para el diseño deberán utilizarse los límites de insuficiencia de peralte incluidos en el cuadro 2.2.7.b.

Cuadro 2.2.7.a Valores límite de la aceleración por insuficiencia de peralte

| Aceleración por insuficiencia de peralte (m/s ²) Cuadro 2.2.7.a Valores límite de la aceleración por insuficiencia de peralte | | |
|---|---------------|--------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| 0,65 | 0,85 | 1,00 |

Los correspondientes límites en términos de insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 2.2.7.b.

Cuadro 2.2.7.b Valores límite de la insuficiencia de peralte, $a_{i,lim}$

| Insuficiencia de peralte (mm) | | |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| 70 | 92 ⁽¹⁾ | 108 ⁽¹⁾ |

⁽¹⁾ Los gálibos uniformes definidos en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio) no son aplicables para insuficiencias de peralte superiores a 70 mm.

2.2.8 Perfil de la cabeza de carril.

El perfil de la cabeza de carril será el correspondiente al carril 54E1 de acuerdo con la norma UNE-EN 13674-1.

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 (α) 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.

En el apéndice D de la presente Instrucción 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.

2.2.12 Altura de andén.

Andenes de nueva construcción:

La altura nominal de los andenes (h_d), a lo largo de toda su longitud, 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; -20) |
| 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.

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.

LIBRO TERCERO

Instrucciones adicionales y otros aspectos de la presente Instrucción ferroviaria relativa al subsistema de infraestructura

1. CONTENIDO DEL PRESENTE LIBRO.

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, mejora o acondicionamiento de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.

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 o entidad 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 apéndice 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 apéndice N.

2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA.

Según se define en 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, 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 ASPECTOS DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA OBJETO DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN.

El subsistema de Infraestructura cubre los siguientes aspectos:

- 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, 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, y en la presente Instrucción.

4. 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 adicionales⁽⁴⁾ que debe satisfacer el subsistema de infraestructura. Dichos requisitos comprenden:

⁽⁴⁾ Las instrucciones adicionales se definen en el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

- 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 apéndice N, 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 (UE) 1299/2014, de 18 de noviembre de 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.

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 6.1.3 y 6.2.3 del presente libro, según se trate de un componente de interoperabilidad o de un subsistema respectivamente.

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

Para los apartados 4.1 a 4.7 del presente capítulo y apéndices D, F, G, H, J, K y L:

- Siempre que se establecen instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indican 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 identifican 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 indican 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 establecen normas nacionales se hace 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, 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) Gálbo,
- (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 del presente libro.

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.

El administrador de infraestructuras podrá autorizar, previo informe que lo justifique, 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 del presente libro en alguno o todos de los siguientes parámetros característicos: velocidad de línea, longitud útil de andén y longitud permitida de tren. Cuando se diseñe con valores inferiores a los indicados en el apartado 4.1.2.3 del presente libro se informará a la Autoridad Ferroviaria.

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:

A los efectos de la presente Instrucción únicamente son de aplicación los códigos de tráfico P1 a P5 y F1 a F3. Los parámetros característicos correspondientes a dichos códigos de tráfico no deben utilizarse en las comprobaciones de compatibilidad entre el material rodante y la infraestructura.

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 del presente libro y para las estructuras existentes en el apartado 4.1.4.5.9 del presente libro.

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.º 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, responderán en cuanto al subsistema de infraestructura en las zonas de plena vía a las mismas restricciones en sus condiciones operacionales que las de otras líneas en ancho único en estos anchos respectivos. Las zonas con desvíos de ancho mixto responderán a las restricciones propias de sus diferentes tipos de diseños, tal como sucede con el resto de tipologías, con prestaciones que serán debidamente documentadas. Estas zonas respetarán las condiciones operacionales y de mantenimiento previstas para las secciones de línea donde se implanten. Se asegurará que sean compatibles en estas condiciones con las del resto de subsistemas técnicos de estos puntos además de las marcadas por el de infraestructura.

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

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 gálivos 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) | | |
| Líneas acondicionadas. | GC GB ⁽¹⁾ | GEC16 GEB16 ⁽²⁾ | GEC16+GC GEC16+GB ⁽³⁾ GEB16+GC ⁽³⁾ GEB16+GB ⁽³⁾ | (6) | (7) | (8) |

⁽¹⁾ La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálibo GB cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo GC.

⁽²⁾ La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálibo GEB16 cuando mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se demuestre la no conveniencia del gálibo GEC16.

⁽³⁾ La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar el gálibo GEC16+GB, GEB16+GC o GEB16+GB, 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, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo límite de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

⁽⁵⁾ Cuando para algún tramo de línea no exista itinerario alternativo que cumpla el gálibo uniforme de implantación de obstáculos, el administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente en dicho tramo, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, un gálibo mayor o igual al gálibo nominal de implantación de obstáculos, calculado con las características del tramo. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

⁽⁶⁾ El administrador de infraestructuras podrá autorizar excepcionalmente, previo informe que lo justifique 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. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

⁽⁷⁾ La Autoridad Ferroviaria podrá autorizar, previo informe que lo justifique por condicionantes técnicos o económicos, algún tramo con el gálibo existente GHE16, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar.

⁽⁸⁾ Gálibo envolvente definido por la combinación del gálibo considerado en cada ancho, teniendo en cuenta la posición del tercer carril.

En aquellos acondicionamientos de corredores existentes de mercancías y tráfico mixto que determine la Autoridad Ferroviaria, para la implantación de autopistas ferroviarias, serán de aplicación los gálibos GC, GEC16 o GC+GEC16, según el ancho de vía, pudiendo autorizar la Autoridad Ferroviaria para dichos casos gálibos de partes altas específicos definidos al efecto, superiores a los gálibos GB, GEB16 o GB+GEB16, según el ancho de vía, previo estudio de viabilidad técnica y económica.

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 gálibo 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 gálibo 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.

a) Longitud útil de andén.

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.1(7) de la ETI de infraestructura.

b) 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 permitida del tren requerida para los códigos de tráfico F1, F2 y F3 tanto en líneas nuevas como acondicionadas estará en el intervalo entre 740 m y 1.050 m. El requisito será aplicable en aquellas vías que determine el programa de explotación que elabore el administrador de infraestructuras, teniendo en cuenta los requisitos establecidos para la Red Transeuropea del Transporte (TEN-T), en su caso.

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.

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 del presente libro, 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).
 - Insuficiencia de peralte (I), (4.1.4.2.5).
 - Variación de la insuficiencia peralte en función del tiempo (dI/dt), (4.1.4.2.6).
 - Exceso de peralte (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 entre 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 los trenes mediante su equipamiento con sistemas de compensación de la insuficiencia de peralte (pendulación de la caja bien con un sistema pasivo o activo), se permiten condiciones especiales para la circulación de dichos trenes, siempre que no entrañen limitaciones a otros trenes no equipados con dichos sistemas.

Los valores límite de los parámetros de trazado no se utilizarán como valores habituales de diseño, pero si constituyen el máximo normalizado para los valores estándar adoptados.

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.

Los valores límite de referencia definidos en la presente Instrucción se dan a título informativo pudiendo ser modificados por el administrador de infraestructuras.

– 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 las 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. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

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 apéndice I 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 en las que no sea viable el gálbo uniforme de implantación de obstáculos, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, el administrador de infraestructuras, previo informe que lo justifique, podrá autorizar, en determinados tramos o secciones de la línea un gálbo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido a partir de los parámetros de trazado de ese tramo o sección. La autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

La aplicación del gálbo límite de implantación de obstáculos requiere que las operaciones de mantenimiento se lleven a cabo de modo que se garantice que la posición de la vía se mantiene a lo largo de su vida útil dentro de los márgenes tenidos en cuenta en el cálculo. Por tanto, el cumplimiento del gálbo no solo debe garantizarse en el momento de realizar la obra sino también durante la explotación.

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.

En líneas renovadas se deberá verificar que se cumple con el gálbo nominal de implantación de obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálbo límite de implantación de obstáculos. En situaciones excepcionales se podrá solicitar una disconformidad en relación con el cumplimiento del gálbo límite de implantación de obstáculos, debiendo aplicarse el procedimiento definido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

En las sustituciones que se realicen en el marco del mantenimiento que puedan tener afectación al gálbo se verificará que se cumple con el gálbo nominal de implantación de

obstáculos salvo que mediante un estudio de viabilidad técnica y económica se justifique la aplicación del gálibo límite de implantación de obstáculos.

Los cálculos para el gálibo de implantación de obstáculos se efectuarán conforme a lo indicado en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (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 Gálibos (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:

Los valores límites normales y excepcionales de la distancia horizontal entre ejes de vía, tanto para ancho de vía de 1668 mm, como de 1435 mm, se definen en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).

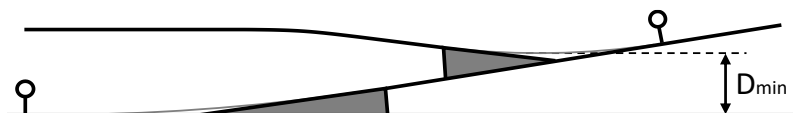
Los valores límite de referencia se definen en el cuadro 4.1.4.1.2.

Cuadro 4.1.4.1.2 Distancia entre ejes de vía (valores límite de referencia)

| Velocidad máxima de trayecto (km/h) | Distancia entre ejes de vía (mm) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| $V \leq 160$ | 4000 |
| $160 < V \leq 200$ | 4000 |
| $200 < V < 250$ | 4300 |
| $250 \leq V \leq 300$ | 4700 |
| $300 < V \leq 350$ | 4700 |

En instalaciones que dispongan de vías de apartado con vía mango, la distancia mínima entre el punto más desfavorable del eje de la vía mango (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 el valor normal definido en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio), 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 entreje 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 165 mm e insuficiencia de peralte igual a 175 mm será necesario comprobar que se verifica el entreje 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 se adopte el entreje límite y existan aparatos de vía que den acceso a otras vías, será necesario verificar adicionalmente que se cumple el gálibo en

aparatos de vía de acuerdo con el apartado 3.7.1.2 de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio). De acuerdo con esta verificación será necesario incrementar el entreeje límite.

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 de diseño 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. Vías generales. | Tráfico mayoritario de viajeros. | 25 | 30 ⁽¹⁾ | 35 ⁽¹⁾⁽²⁾ |
| | 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 enganche y desenganche de vehículos. | | 10 | | Misma rampa admitida en las vías fuera del dominio de las estaciones para el tramo en el que se ubica la instalación |

⁽¹⁾ Para líneas nuevas de alta velocidad y tráfico mayoritario 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 del administrador de infraestructuras o mediante aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en la aprobación correspondiente, que deberá comunicarse a la Autoridad Ferroviaria, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar 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. Será preciso realizar un estudio técnico-económico justificativo de que las pendientes, en la longitud propuesta y en la hipótesis más desfavorable de los tráficos de mercancías previsibles en la línea, no suponen perjuicios significativos para la explotación o la seguridad de la línea.

⁽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 mismas 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 tramo ferroviario original en el entorno de la actuación 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 de la línea.

– 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 se requiere, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar y comunicación a la Autoridad Ferroviaria, la aprobación expresa del administrador de infraestructuras o mediante aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en la aprobación correspondiente.

En el caso de implantación de nuevos apeaderos en tramos de líneas existentes, el valor de la rampa del apeadero podrá coincidir con la pendiente en la zona del apeadero.

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 mayoritario de viajeros.

Al proyectar las líneas de tráfico mayoritario 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 (insuficiencia de peralte) del presente libro.

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 insuficiencia de peralte (apartado 4.1.4.2.5 del presente libro) no se superan.

Además, se comprobará que, con el radio de diseño, a la velocidad mínima considerada, no se supera el exceso de peralte (apartado 4.1.4.2.7 del presente libro) 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 apéndice H, 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 apéndice H.

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/s^2).

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

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.

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 | 025 V^2 | 0,15 V^2 | 0,13 V^2 |
| $V \geq 220$ | | 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/s^2) | | | |
|--------------|--|---------------|--------------------|----------|
| | Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional | |
| | | | Convexos | Cóncavos |
| $V < 220$ | 0,22 | 0,31 | 0,51 | 0,59 |
| $V \geq 220$ | | 0,44 | | |

En acuerdos convexos, aceleraciones verticales por encima de 0,44 m/s^2 ($R < 0,175 \cdot V^2$) no deberán coincidir con aceleraciones laterales sin compensar superiores a 0,65 m/s^2 (100 mm y 115 mm de insuficiencia de peralte para ancho de vía 1435 mm y 1668 mm respetivamente).

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.

Deberá realizarse un estudio específico en función de las características del aparato de vía y de la geometría del trazado.

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

| | Radios mínimos 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 (travesía, placa acodada, etc.) no permitieran obtener el valor exacto de la tabla.

En el caso de desvíos con curvas de radio equivalente de la vía desviada inferior a 250 m, el sobreaancho 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) (3)} |

⁽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.

⁽³⁾ Aplicable únicamente en líneas con tráfico de viajeros, en el caso de líneas con tráfico de mercancías o tráfico mixto se considera un límite de 160 mm en las vías con balasto y de 170 mm en las vías sin balasto.

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

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

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

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

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:

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

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.

Cuadro 4.1.4.2.3 Valores límite de la variación del peralte en función del tiempo, $(dD/dt)_{lim}$

| | 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 |

Se admite que los trenes diseñados y homologados específicamente, de acuerdo con la normativa nacional de material rodante, para circular con mayores insuficiencias de peralte según lo definido en el apartado 4.1.4.2.5 del presente libro (autopropulsados con menores cargas por eje; trenes equipados con sistema de compensación de insuficiencia de peralte) puedan hacerlo con valores de dD/dt superiores a los definidos en el cuadro 4.1.4.2.3, siempre que se demuestre que la infraestructura está adaptada para la circulación de este tipo de trenes.

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:

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

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 Insuficiencia de peralte, (I).

- a) Insuficiencia de peralte en plena vía y en vía directa a través de aparatos de vía, (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).

El peralte de equilibrio es aquel para el que la aceleración no compensada sería nula:

$$D_{EQ} = q_E \frac{V^2}{R}$$

siendo:

- q_E : Coeficiente del peralte de equilibrio, (mm.m.h²/km²).

La diferencia entre el peralte de equilibrio y el peralte aplicado es la insuficiencia de peralte, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I = D_{EQ} - D = q_E \frac{V^2}{R} - D$$

Los valores del coeficiente del peralte de equilibrio se definen en el cuadro 4.1.4.2.5.a1 en función del ancho de vía.

Cuadro 4.1.4.2.5.a1 Coeficiente del peralte de equilibrio, q_E

| Coeficiente del peralte de equilibrio (mm.m.h ² /km ²) | |
|---|---------------|
| Ancho 1435 mm | Ancho 1668 mm |
| 11,8 | 13,633 |

Los límites para la aceleración por insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.5.a2 a título informativo, para el diseño deberán utilizarse los límites de insuficiencia de peralte incluidos en el cuadro 4.1.4.2.5.a3.

Cuadro 4.1.4.2.5.a2 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.a3.

Cuadro 4.1.4.2.5.a3 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 y homologados específicamente, de acuerdo con la normativa nacional de material rodante, para circular con mayores insuficiencias de peralte (autopropulsados con menores cargas por eje; trenes equipados con sistema de compensación de insuficiencia de peralte) puedan hacerlo en esas condiciones de diseño, siempre que se demuestre que la infraestructura está adaptada para circular con dichas insuficiencias de peralte. En este caso los valores máximos admitidos de insuficiencia de peralte en función del tipo de tren y de acuerdo con el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria, serán los siguientes:

| Tipo de tren | Máxima Insuficiencia de peralte (mm) | |
|--------------|--------------------------------------|---------------|
| | Ancho 1435 mm | Ancho 1668 mm |
| Tipo B | 183 | 212 |
| Tipo D | 275 | 318 |

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

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, ΔI

| 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, ΔI

| 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, sin poderse adoptar valores superiores. En vías desviadas de estaciones que sean vías de apartado podrán emplearse los valores límite normales como valores límite de referencia.

4.1.4.2.6 Variación de la insuficiencia de peralte en función del tiempo, (da_I/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:

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

Dicha variación expresada en función de la insuficiencia de peralte deberá satisfacer la siguiente ecuación:

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

siendo:

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

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

ΔI : Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo, (mm) .

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 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 a título informativo, para el diseño deberán utilizarse los límites de insuficiencia de peralte incluidos en el cuadro 4.1.4.2.6.2.

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

| Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(da_I/dt)_{lim}$ (m/s^3) | | | |
|---|----------------------|---------------|--------------------|
| 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.

Se admite que los trenes diseñados y homologados específicamente, de acuerdo con la normativa nacional de material rodante, para circular con mayores insuficiencias de peralte según lo definido en el apartado 4.1.4.2.5 del presente libro (autopropulsados con menores cargas por eje; trenes equipados con sistema de compensación de insuficiencia de peralte) puedan hacerlo con valores de dl/dt superiores a los definidos en el cuadro 4.1.4.2.6.2, siempre que se demuestre que la infraestructura está adaptada para la circulación de este tipo de trenes.

4.1.4.2.7 Exceso de peralte, (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.

La diferencia entre el peralte aplicado y el peralte de equilibrio es el exceso de peralte, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = D - D_{EQ} = D - q_E \frac{V^2}{R}$$

siendo:

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

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

D: Peralte de la curva (mm)

q_E : Coeficiente del peralte de equilibrio, (mm.m.h²/km²). Los valores se incluyen en el cuadro 4.1.4.2.5.a1.

Los límites para la aceleración por exceso de peralte se recogen en el cuadro 4.1.4.2.7.1 a título informativo, para el diseño deberán utilizarse los límites de exceso de peralte incluidos en el cuadro 4.1.4.2.7.2.

Cuadro 4.1.4.2.7.1 Valores límite de la aceleración por exceso de peralte

| Aceleración por exceso de peralte (m/s ²) | | |
|---|---------------|--------------------|
| 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 las vías destinadas a ser operadas a una velocidad igual o inferior a 60 km/h, la inclinación del carril podrá ser vertical.

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:

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

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

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) ⁽²⁾ | | | |
|---|----------------------|---------------|--------------------|
| 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.

⁽²⁾ Se recomienda la aplicación de los límites en el caso de alineaciones entre clotoides sin rampas de peralte, en vías fuera del dominio de las estaciones y en vías generales de estaciones.

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 apéndice H 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). Adicionalmente estarán controlados por un enclavamiento aquellos cambios pertenecientes a vías de circulación.

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) del presente libro 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 resistencia de la vía frente a las cargas verticales será coherente con estos valores.

(b) La fuerza dinámica máxima por rueda, Q_{max} . 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)" 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} . La Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20) 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 derivados de las condiciones de contorno, a fin de minimizar la probabilidad de pandeo de la vía.

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 4.2.6.3 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 Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20) 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 Orden TMA/576/2020, de 22 de junio (IF MR ALC-20) 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 apéndice L 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 apéndice D. 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 apéndice D, se considerará que dichas estructuras cumplen los requisitos aplicables.

c) Cuando la capacidad portante de una estructura existente no satisfaga los requisitos del apéndice 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 apéndice 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 (IAL), de intervención (IL) y de alerta (AL), 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) del presente libro.
- Ancho de vía o ancho pico: 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) del presente libro.
- Peralte o nivelación transversal: amplitud entre el valor medio y el valor de pico, sujeta a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.3) del presente libro.
- Aparatos de vía: están sujetos a los límites de actuación inmediata, fijados en el apartado 4.1.4.6.c.4) del presente libro.

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 serán los establecidos en el apéndice F. En cualquier caso, los límites de actuación inmediata cumplirán lo establecido en la ETI de infraestructura.

c) Límites de actuación inmediata, (IAL).

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:

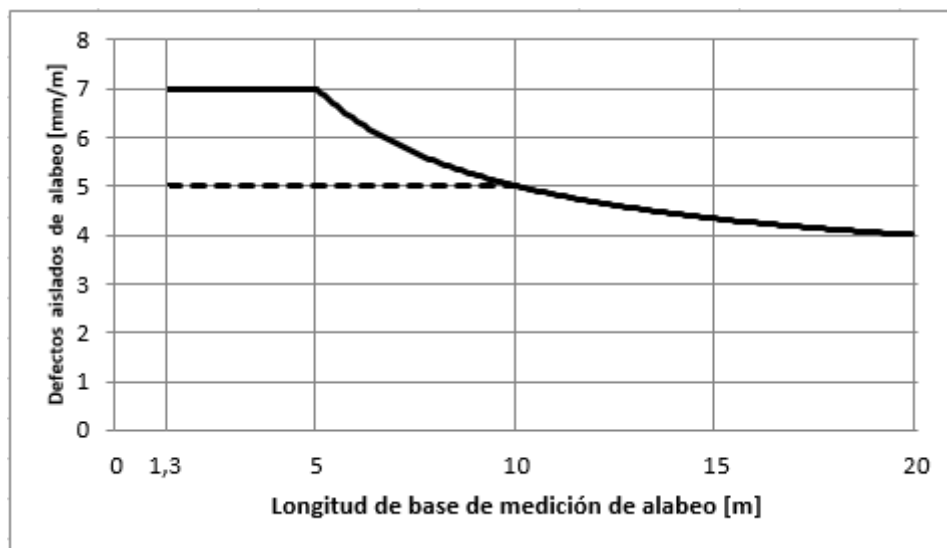
g_1 : Alabeo, (mm/m).

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:

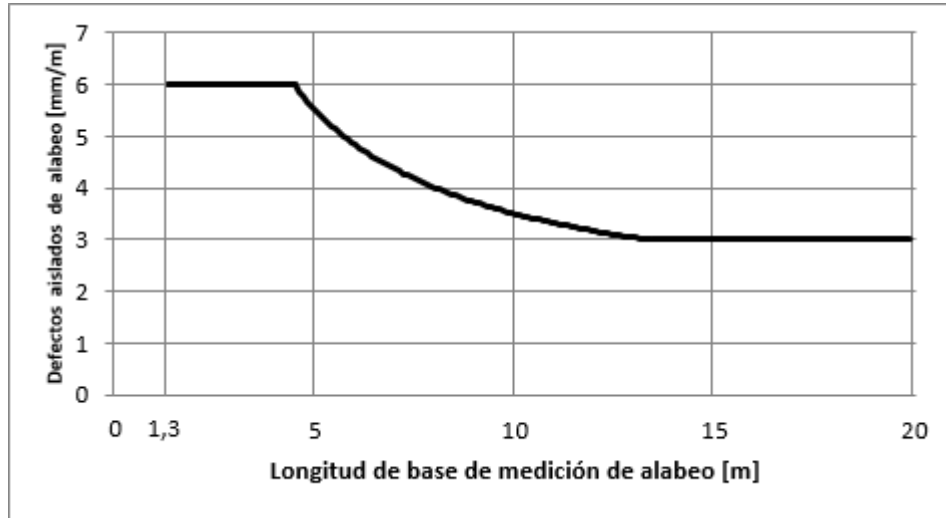
g_2 : Alabeo, (mm/m).

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) Ancho de vía o ancho pico. 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 el ancho de vía o ancho pico se establecen en el cuadro 4.1.4.6.c.2.

Cuadro 4.1.4.6.c.2 Límites de actuación inmediata para el ancho de vía o ancho pico

| 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, del valor medio al pico, 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, del valor medio al pico (Nivelación transversal con filtrado D1)

| Velocidad (km/h) | Amplitud entre el valor medio del peralte y el valor pico D1 (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 |

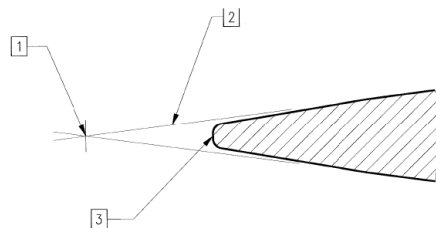
En el caso de vía sobre estructuras (puentes, viaductos, etc.), los límites de actuación inmediata no superarán los valores del cuadro 4.1.4.6.c.3 (véase el apéndice E, apartado E.2).

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



1. Punta matemática (PM).
2. Línea de referencia teórica.
3. Punta real (PR).

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 sobrecanto 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: 38 mm.

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

(g) Altura máxima del contracarril sobre la superficie de rodadura del carril adyacente: 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 discurren 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 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 109 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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 normativa 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≤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) | +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 | | | | |
| 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) ⁽¹⁾ | +7 - 3 | +5 - 3 | +5 - 2 | +5 - 2 | +4 - 2 |
| Ancho de vía en aparatos de vía (mm), tanto en vía directa como desviada ⁽²⁾ (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 |
| Alineación D1 (mm) (valor medio a pico) | ±5 | ±4 | ±4 | ±3 | ±3 |
| Alineación D2 (mm) (valor medio a pico) | - | - | - | ±4 | ±3 |

⁽¹⁾ Límites a verificar con carácter general, salvo disposición en contra en los procedimientos o normativa establecida por el administrador de infraestructura, cuando se renueven conjuntamente carril y balasto o bien traviesas y balasto.

⁽²⁾ Límites a verificar con carácter general, salvo disposición en contra en los procedimientos o normativa establecida por el administrador de infraestructura.

⁽³⁾ En vía con juntas ±6 mm.

| Parámetros | Rango de velocidades (km/h) | | | | |
|--|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | V≤80 | 80<V≤120 | 120<V≤160 | 160<V≤230 | 230<V≤350 |
| Alabeo con base 3m (mm) (valor de diseño a pico) | ±4,5 ⁽³⁾ | ±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, cuando se renueven conjuntamente carril y balasto o bien traviesas y balasto.

⁽²⁾ Límites a verificar con carácter general, salvo disposición en contra en los procedimientos o normativa establecida por el administrador de infraestructura.

⁽³⁾ 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.

No 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) del presente libro.

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.

Se recogerá en procedimientos internos de los administradores de infraestructuras el proceso para la realización, registro y criterios de rechazo de auscultación ultrasónica de uniones soldadas. 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 dichos procedimientos.

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.

Siempre que sea posible y que no suponga un exceso de información a los usuarios, en los recorridos principales de las estaciones y apeaderos se dispondrán pavimentos

táctiles de indicación direccional que faciliten el encaminamiento y guiado de las personas con discapacidad visual, tal como disponga la normativa de aplicación o los criterios de buena práctica comúnmente aceptados, si bien el límite de la zona de peligro se señalará de acuerdo a las prescripciones contenidas en el apartado 4.1.4.7.3.2 del presente libro.

La pendiente de los andenes cumplirá los siguientes requisitos:

a) Pendiente longitudinal:

La pendiente longitudinal de los andenes cumplirá los requisitos definidos en el apartado 4.1.4.1.3 del presente libro.

b) Pendiente transversal:

La pendiente transversal máxima será del 2 % y la mínima será del 0,5 % en andenes nuevos. Se recomienda que dicha pendiente se realice en sentido contrario a la vía.

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:

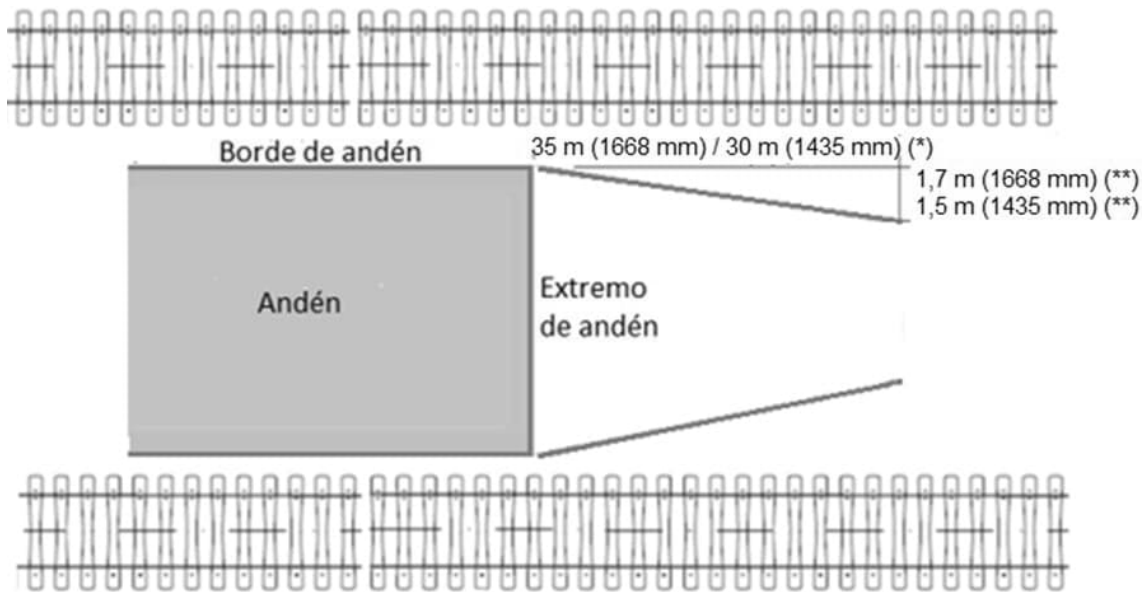
La longitud útil de andén es la longitud continua máxima de la parte del andén en la que está previsto que el tren permanezca inmóvil, en condiciones normales de servicio.

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

La mínima longitud útil de andén será de 200 m en el caso de líneas donde se prevea que sólo se detengan trenes de cercanías. El administrador de infraestructuras podrá autorizar, previo informe que lo justifique, en puntos concretos de una línea donde esté debidamente justificado por restricciones de tipo geográfico, urbanístico, medioambiental o de explotación de la línea, el diseño para una longitud inferior, que deberá comunicarse a la Autoridad Ferroviaria.

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, siempre que haya espacio disponible para su implantación, con una altura igual a la del andén, 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. Disposición de los muretes de encauzamiento.



Notas:

Las cotas se dan a título orientativo, estudios más detallados pueden dar lugar a otros valores en función del material rodante, la velocidad y otros condicionantes del entorno.

(*) Longitud del murete de encauzamiento, prolongación de los muretes de andén.

(**) Longitud del extremo del murete de encauzamiento respecto al borde teórico 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 del tipo de tráfico y de la velocidad máxima permitida de paso de los trenes por la estación.

Cuadro 4.1.4.7.3 Anchura de la zona de peligro (mm)

| Velocidad (km/h) | Anchura de la zona de peligro (mm) | |
|--------------------|------------------------------------|---------------------|
| | Tráfico mixto | Tráfico de viajeros |
| $V \leq 90$ | 600 | |
| $90 < V \leq 100$ | 800 | 600 |
| $100 < V \leq 120$ | 1000 | 600 |

⁽¹⁾ En la determinación de la anchura de la zona de peligro se ha considerado que la velocidad máxima de los trenes de mercancías es de 120 km/h.

⁽²⁾ Existirá control de accesos al andén de acuerdo con el apartado 4.1.4.7.1 del presente libro.

| Velocidad (km/h) | Anchura de la zona de peligro (mm) | |
|--------------------|------------------------------------|---------------------|
| | Tráfico mixto | Tráfico de viajeros |
| $120 < V \leq 140$ | 1000 ⁽¹⁾ | 800 |
| $140 < V \leq 160$ | 1100 ⁽¹⁾ | |
| $160 < V \leq 200$ | 1400 ⁽¹⁾ | |
| $200 < V \leq 250$ | 1400 ⁽²⁾ | |

⁽¹⁾ En la determinación de la anchura de la zona de peligro se ha considerado que la velocidad máxima de los trenes de mercancías es de 120 km/h.

⁽²⁾ Existirá control de accesos al andén de acuerdo con el apartado 4.1.4.7.1 del presente libro.

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 con seguridad, sin riesgo de aglomeración. Se considera que existe riesgo de aglomeración cuando la densidad es superior a 0,5 m²/persona.
- el espacio necesario para que el andén se considere un espacio exterior seguro ante un posible incendio.
- 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 apéndice G.

En el apéndice G 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, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. 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 cm y profundidad mayor de 0,3 cm. 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.

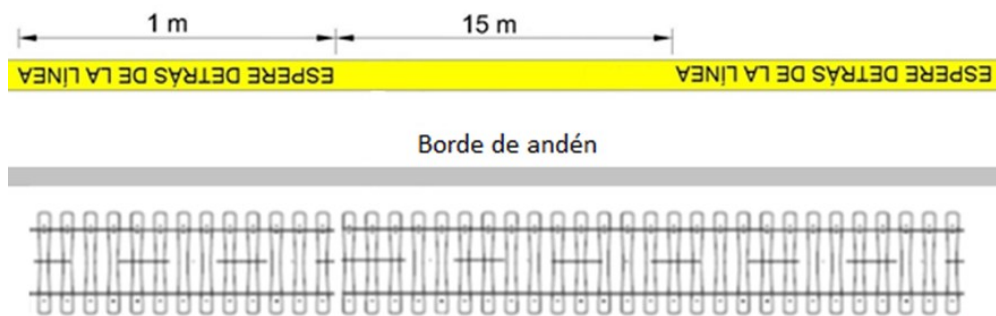
a) Andenes de nueva construcción y existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento.

A lo largo del andén se situarán carteles de advertencia a fin de no invadir la zona de peligro con el siguiente texto «*ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA*» (en el apéndice G se incluye un ejemplo de este cartel). Se colocarán los carteles en intervalos de 40-50 m cumpliendo lo indicado en la figura G.1.b del apéndice G. De modo alternativo a la instalación de los carteles se podrá incluir en la banda antideslizante la indicación «*ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA*», de acuerdo con lo indicado en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1. Se incluirá el texto en castellano y en inglés excepto en las estaciones donde proceda utilizar una lengua cooficial, en cuyo caso el texto deberá incluirse únicamente en castellano y en dicha lengua, espaciando cada bloque como se indica a continuación:

Castellano Otra lengua

Castellano Otra lengua

Figura 4.1.4.7.3.2.a.1. Marcaje horizontal de la indicación «*ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA*»



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 cm de anchura y debe incluir, al menos, dos tiras de material no deslizante.

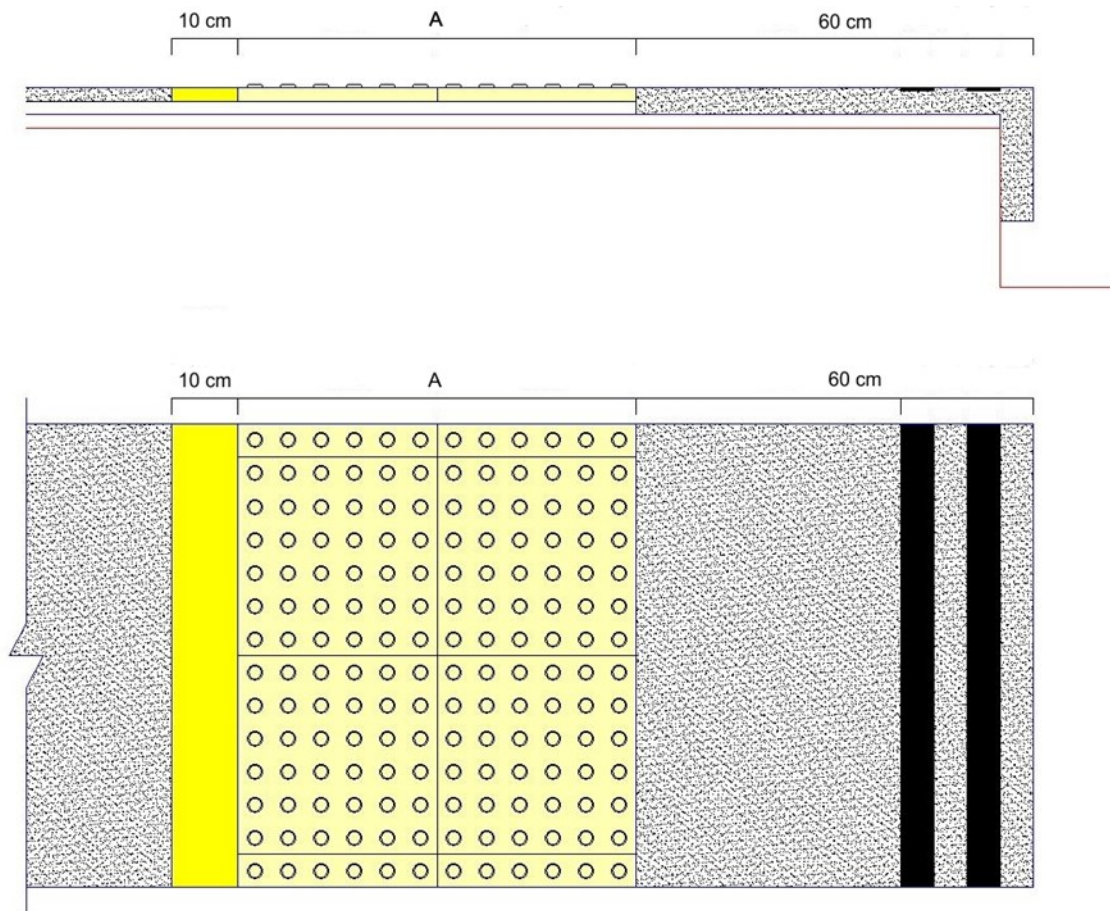
Junto a la pieza de borde de andén se ha de colocar una franja de solado de botones hasta el límite definido en la figura 4.1.4.7.3.2.a.2, de material no deslizante de acuerdo con lo definido por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo⁽⁵⁾, de color preferiblemente amarillo. Además, junto a esta franja existirá una banda antideslizante de material

resistente al desgaste, de 10 cm de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

⁽⁵⁾ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, que define en su Documento Básico DB-SUA los requisitos relacionados con la resistencia al deslizamiento de los suelos.

Para un ancho de la zona de peligro de 60 cm la configuración de borde de andén representada en la figura 4.1.4.7.3.2.a.2 es coherente con la definida en el RD 1544/2007, de 23 de noviembre.

Figura 4.1.4.7.3.2.a.2. Borde de andén en andenes de nueva construcción y existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento



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

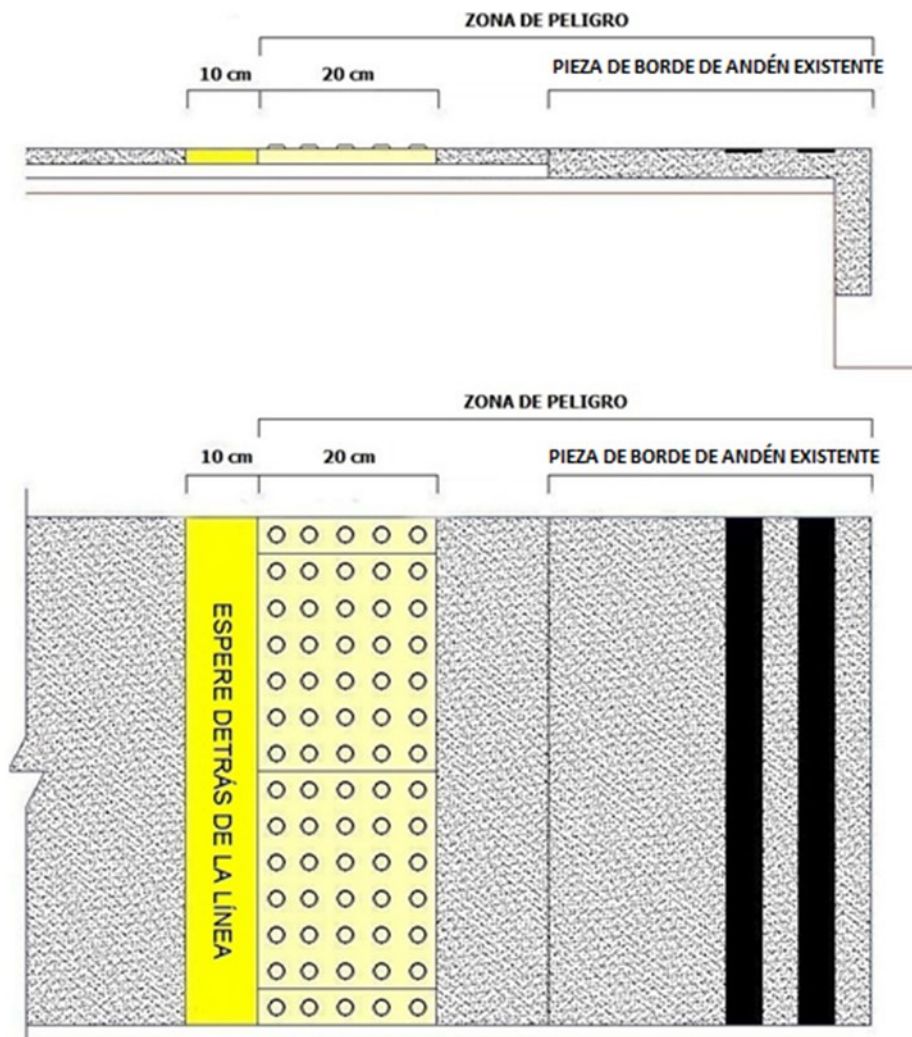
A = 80 cm (cuando el ancho de la zona de peligro sea de 140 cm).

Nota: Con la configuración de borde de andén definida se asegura que el límite de la zona de peligro, para anchos de la zona de peligro iguales o inferiores a 1100 mm, queda siempre incluido en el conjunto señalizador formado por la franja de solado de botones y la señal visual (banda de advertencia de color amarillo). Dicha configuración permite que el viajero no se sitúe de forma inadvertida en la zona de peligro, asegurando el cumplimiento del requisito esencial de seguridad exigido por la ETI de PMR.

Si en el acceso al andén existen pasamanos o paredes al alcance, deberán llevar una indicación en Braille o en letras en relieve sobre el pasamanos o en la pared a una altura comprendida entre 145 y 165 cm con la siguiente información: «ESPERE DETRÁS DE LA FRANJA SEÑALIZADORA DEL BORDE DE ANDÉN».

En el caso de los andenes existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento, la configuración del borde de andén será la definida en la figura 4.1.4.7.3.2.a.2, 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.3, en la que se podrá mantener la pieza de borde de andén existente, señalizando el límite de la zona de peligro del andén mediante una franja de solado de botones de 20 cm de anchura como mínimo y una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 cm de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

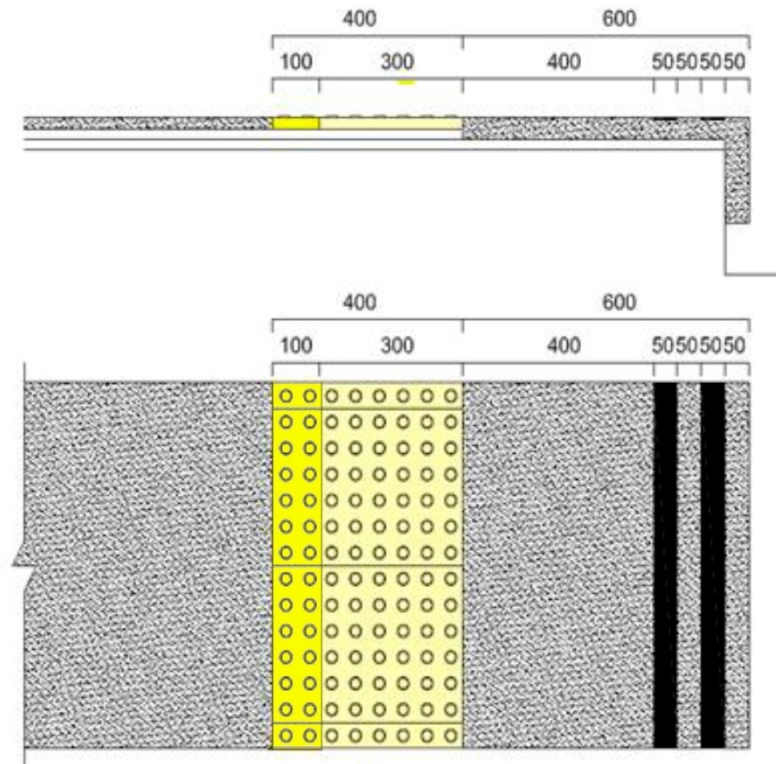
Figura 4.1.4.7.3.2.a.3. Borde de andén en andenes existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento donde no sea viable la configuración definida con carácter general



En el caso de andenes centrales existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento con anchura inferior a 3,60 m, con tráfico mixto con velocidad de

hasta 100 km/h o viajeros 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.2, con una franja de solado de botones de 30 cm de anchura (véase la 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.2.

Figura 4.1.4.7.3.2.a.4. Borde de andén para andenes centrales existentes en estaciones o líneas que sean objeto de acondicionamiento con anchura inferior a 3,60 m



Nota: Cotas en mm.

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.

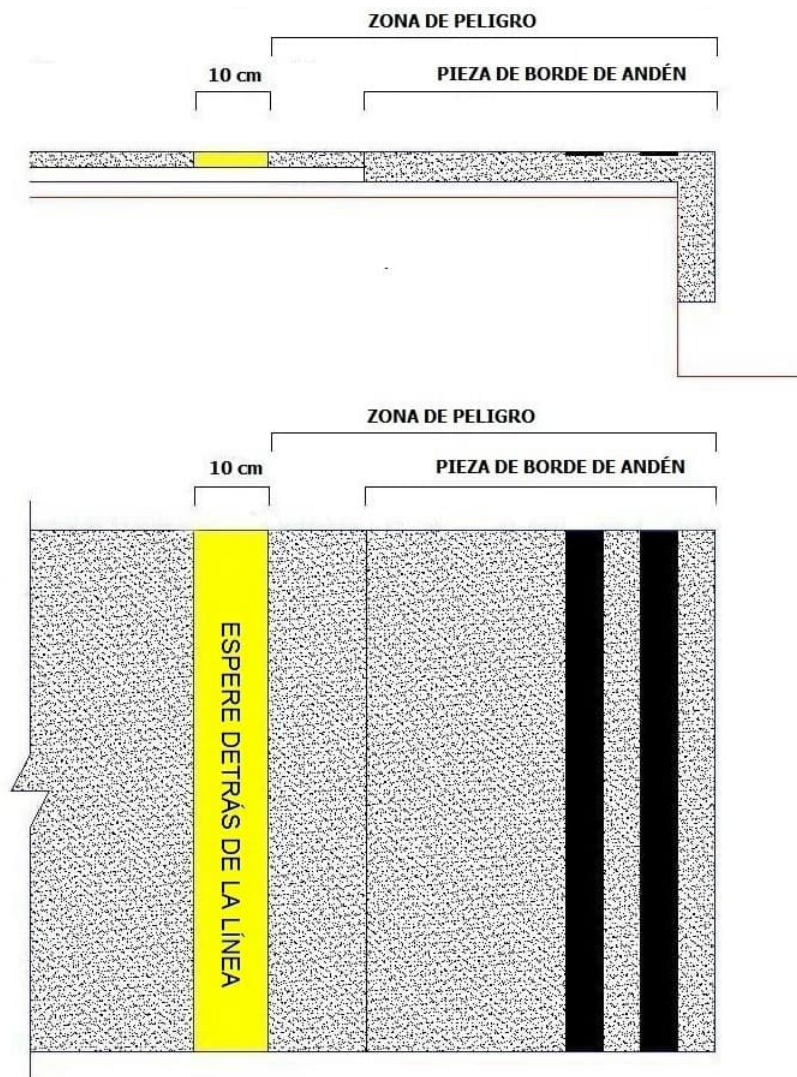
b) Andenes existentes en estaciones o líneas que no sean objeto de acondicionamiento.

Se recomienda que los administradores de infraestructura planifiquen las actuaciones precisas, en los plazos que permita la disponibilidad presupuestaria, para cumplir los requisitos siguientes:

– 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 cm de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012).

– A lo largo del andén se situarán carteles de advertencia a fin de no invadir la zona de peligro con el siguiente texto «ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA» (en el apéndice G se incluye un ejemplo de este cartel). Se colocarán los carteles en intervalos de 40-50 m cumpliendo lo indicado en la figura G.1.b del apéndice G. De modo alternativo a la instalación de los carteles se podrá incluir en la banda antideslizante la indicación «ESPERE DETRÁS DE LA LÍNEA», de acuerdo con lo indicado en la figura 4.1.4.7.3.2.a.1

Figura 4.1.4.7.3.2.b. Borde de andén en andenes existentes en estaciones o líneas que no sean objeto de acondicionamiento



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 disponer de una señalización horizontal y un cartel vertical que indique «PROHIBIDO EL PASO. Solo personal autorizado» (en el apéndice G se incluye un ejemplo de este cartel).

La señalización horizontal está formada por una banda podotáctil y una señal visual que consiste en una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 cm de anchura, de color amarillo vivo (preferentemente Pantone 012) que se colocará a continuación de la banda podotáctil.

La banda podotáctil consistirá en una franja de solado de botones, de 60 cm de anchura, de material no deslizante, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, de color preferiblemente amarillo.

En el caso de andenes centrales con estrechamiento en los extremos, la banda podotáctil se extenderá, si fuera necesario, hasta el punto en el que el ancho del andén sea igual a 90 cm más el ancho de las dos zonas de peligro laterales, lugar en el que se colocará la señal visual.

En el caso de andenes cuyo extremo constituya el acceso a un cruce entre andenes se aplicará el apartado 4.1.4.7.7 del presente libro.

b) Andenes existentes sin acondicionar.

Se dispondrá una señalización visual consistente en un cartel vertical que indique «PROHIBIDO EL PASO. Solo personal autorizado», así como una banda antideslizante de material resistente al desgaste, de 10 cm 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), a lo largo de toda su longitud, 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), a lo largo de toda su longitud, 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,-20) |
| 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, a lo largo de toda su longitud, 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, a lo largo de toda su longitud, 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 Gálivos (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 entre andenes para viajeros.

Este apartado es conforme, complementa y desarrolla lo prescrito en los artículos 56 a 59, 60.2 y anexo VIII del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, que define los equipamientos mínimos y las clases de protección a aplicar; los criterios de aplicación de cada una de ellas, y los requisitos para el establecimiento de nuevos cruces y supresión de los existentes. Asimismo, la presente Instrucción incorpora criterios técnicos para el diseño de los cruces y de las rampas de acceso.

Cualquier referencia que se haga en el presente apartado a estaciones, es extensiva también a los apeaderos.

Aunque el Reglamento de Ejecución (UE) 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, solo es de aplicación a los cambios que se produzcan en el sistema ferroviario, se recomienda que los administradores de infraestructuras y los gestores de las estaciones realicen estudios de evaluación de riesgos en los cruces entre andenes existentes y adopten las medidas de protección y mitigación necesarias, conforme a lo que determinen sus sistemas de gestión de la seguridad.

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 asociado a cada clase de protección 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 los apartados 2.1.2.2 y 2.1.2.3 del libro segundo.

c) Características de los cruces entre andenes y rampas de acceso.

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:

c.1) Características de los cruces entre andenes.

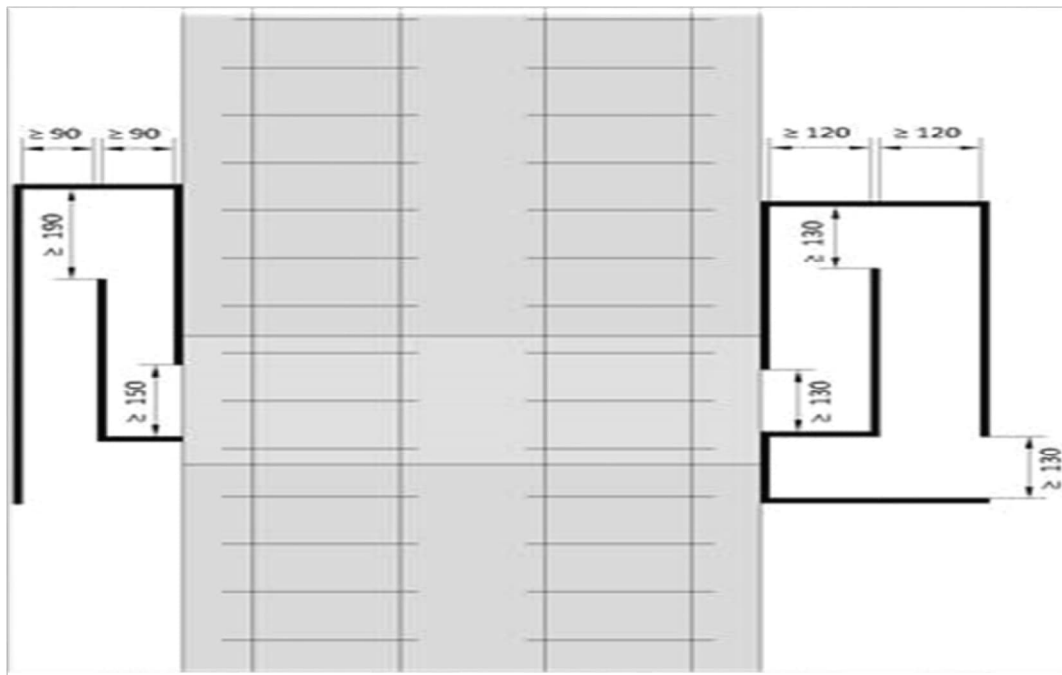
Los cruces entre andenes deberán cumplir los siguientes requisitos:

– 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 longitudinal del cruce entre andenes será la mínima posible, sin superar el 4%. Excepcionalmente en cruces existentes, por condicionantes técnicos o económicos y previo estudio específico, se podrán admitir pendientes superiores siempre que sean inferiores al 6%.
- 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.
- 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 será 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 Gálivos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio).
- Deberán disponer del equipamiento indicado en el cuadro 2.1.2.1 del apartado 2.1.2.1 del libro segundo.
- El cruce entre andenes deberá ser ortogonal al eje de la vía.
- 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 4.1.4.7.7.c.2 del presente libro.

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



NOTA: Cotas en cm.

Los cruces 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 longitudinal del cruce entre andenes será la mínima posible, sin superar el 4%. Excepcionalmente en cruces existentes, por condicionantes técnicos o económicos y previo estudio específico, se podrán admitir pendientes superiores siempre que sean inferiores al 6%.
- 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 con lo indicado en el apartado 4.1.4.7.7.c.3 del presente libro.
- El cruce de servicio deberá ser ortogonal al eje de la vía.

c.2) Características de las rampas de acceso al cruce entre andenes.

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

- La anchura mínima de la rampa será de 120 cm. Dicha anchura mínima se garantizará fuera de la zona de peligro, siempre que ello sea viable desde un punto de vista técnico y económico.
- Dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final con una longitud mayor de 120 cm en la dirección del eje de la rampa.
- La rampa podrá estar dividida en tramos, en los que la pendiente longitudinal máxima de cada uno será del:
 - 10%, cuando su longitud sea menor que 3 m,
 - 8%, cuando su longitud sea menor que 6 m, y
 - 6%, en el resto de los casos.
- La pendiente transversal será del 2%, como máximo.
- Cada uno de los tramos que conforman la rampa tendrán una longitud de 9 m, como máximo. Cada 9 m 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 gálibo límite de implantación de obstáculos.
- En los andenes existentes que se acondicionen se dispondrán pasamanos en la rampa de acceso al cruce entre andenes de la misma forma que en los de nueva construcción, excepto en aquellas situaciones en que el espacio disponible obligue a adoptar soluciones distintas.

c.3) Equipamientos de los cruces entre andenes.

En las estaciones que dispongan de paso inferior o superior entre andenes, dotado de rampas o elementos mecánicos de elevación, podrán existir, con carácter permanente o provisional, cruces a nivel entre andenes: de servicio o 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, y previamente a su implantación, se realizará

el proceso de gestión del riesgo, valorándose 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 uso público.

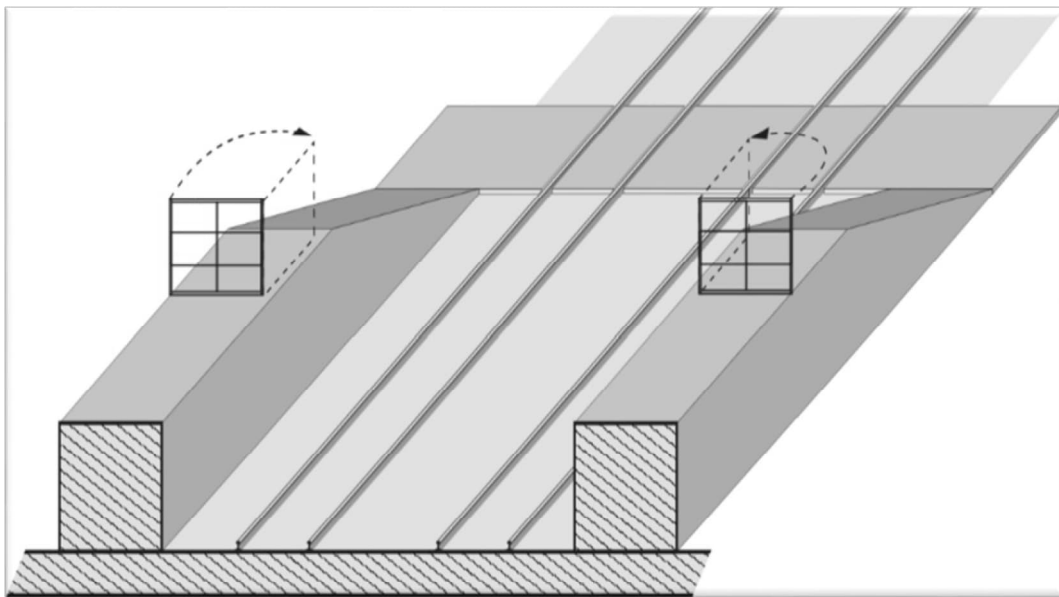
Todos los cruces anteriores contarán obligatoriamente con cierres disuasorios que impidan el paso de personal ajeno a la actividad de mantenimiento o gestión de la estación. Dichos cierres deberán situarse fuera del gálibo límite de implantación de obstáculos y contarán con un cartel que indique:

«PROHIBIDO EL PASO. Solo personal autorizado o emergencias»

(En el apéndice G se incluye un ejemplo de este cartel).

El cierre disuasorio deberá ser, preferentemente, con cancela, con una altura máxima de 2 m y mínima de 1,50 m, admitiéndose una altura inferior en aquellos ya instalados o cuando pueda existir una dificultad de visibilidad de la señalización. En la figura 4.1.4.7.7.c.3 se muestra a modo de ejemplo un cierre disuasorio.

Figura 4.1.4.7.7.c Ejemplo de cierre disuasorio de cruce de uso de servicio



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 la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental recomienda para el ruido ferroviario el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como «Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'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 someterán los sistemas de sujeción al ensayo de determinación de la resistencia eléctrica definido en la norma UNE-EN 13146-5 cuyo resultado no podrá ser menor de 5 k Ω de acuerdo con las normas UNE-EN 13481-2 y UNE-EN 13481-5. 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 apéndice K 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 de las intersecciones contempladas en los apartados 2 y 3 del artículo 47 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, 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, autoprotección 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 trespelillo, con una distancia entre puertas de 2000 metros como máximo a cada lado.

En los recintos portuarios y terminales de mercancías que 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 maniobra o 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.

– Las zonas adyacentes a las bocas de los túneles urbanos o de más de 1 km de longitud, serán protegidas a ambos lados con vallados, acogiendo en su interior el punto de evacuación y rescate, en una longitud no inferior a 500 metros, y puertas dotadas de cadena anticorte y candado homologado de seguridad, que impidan el acceso físico de personas y animales. En caso necesario, las soluciones se adecuarán a las condiciones de contorno existentes y las variaciones que se produzcan serán debidamente justificadas.

c) Accesos a la traza.

Se garantizará el acceso a las puertas del cerramiento de la infraestructura desde el exterior de la traza ferroviaria.

En la medida de lo posible, se mantendrán habilitados caminos de acceso a la traza ferroviaria con el fin de facilitar las operaciones de vigilancia, inspección o mantenimiento, así como, en su caso, posibles operaciones de socorro o evacuación. Entre estos puntos de acceso, salvo situaciones excepcionales, debidamente justificadas, no debe haber una distancia mayor de 2 km.

Todas las puertas del cerramiento, y puntos de acceso habilitados deberán ser recogidas en el plan de mantenimiento y comunicadas a los servicios de intervención en emergencias a los efectos oportunos.

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 puntos 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 deben utilizarse las instalaciones de 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 de evacuación siempre que sea viable desde un punto de vista técnico y económico.

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 apéndice O 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 como por ejemplo en tramos con elevada declividad negativa (pendiente).

– 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) del presente libro.

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 mayoritario de viajeros y tráfico mixto.

En las líneas con tráfico mayoritario 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 7.3.2 del presente libro.

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) (anexo II de la presente Orden), siendo los siguientes:

- Segmentación de la línea aérea de contacto en los túneles.
- Puesta a tierra de la línea aérea de contacto en los túneles.

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 evacuación y rescate 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.

Los sistemas de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructuras incluirán una metodología de evaluación y valoración del riesgo de las bocas de túnel u otros puntos de la red existentes en las que exista riesgo de caídas de objetos de gran volumen y peso, debiéndose adoptar las medidas entre las que se podrán incluir, en su caso, un sistema de detección automática de objetos a la vía en aquellos puntos en los que el nivel de riesgo resultante así lo determine.

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 |

| Trenes | Túneles | Diferencia de presión [kPa] | t [s] |
|-----------|------------------------|-----------------------------|-------|
| 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:

Independientemente de su posición respecto a las bocas o estaciones subterráneas, todos los equipos y componentes de las instalaciones del túnel, que puedan verse afectados por las variaciones de presión generadas por el paso de los trenes deberán acreditar su resistencia a una sobrepresión estática creciente de 0 a 7,5 kPa, y a una succión decreciente de 0 a -7,5 kPa, sin que se produzcan roturas ni deformaciones que afecten a su funcionalidad. Para ello, los aparatos tales como BIEs, luminarias, equipos de detección de incendios y ventiladores se someterán a un ensayo estático doble en una cámara de presión-vacío, aplicándoles gradualmente una presión creciente de 0 a 7,5 KPa y posteriormente una succión gradual hasta -7,5 KPa.

En el caso de los elementos mecánicos simples tales como señales, puertas, tapas de registro y soportes se realizará un cálculo estático con una presión y succión equivalente a 7,5 kPa.

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.
- Dar cabida a las instalaciones que permitan 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.

Las puertas de acceso a las salas técnicas que se encuentren en las rutas de evacuación serán rotuladas «SIN SALIDA».

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 situados en entornos urbanos o

periurbanos, se instalarán un sistema de detección de presencia y videocámaras de vigilancia con sistema de grabación, conectados con el Centro de Control 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 del administrador de la infraestructura.

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 suficiente para realizar la evacuación en los distintos escenarios posibles 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. Este parámetro de proyecto servirá de base para la elaboración del Plan de Autoprotección y deberá ser fijado tras recabar la opinión de los responsables de la redacción de este último. También servirá para fijar, en su caso, posibles restricciones en las condiciones de explotación del túnel.

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.

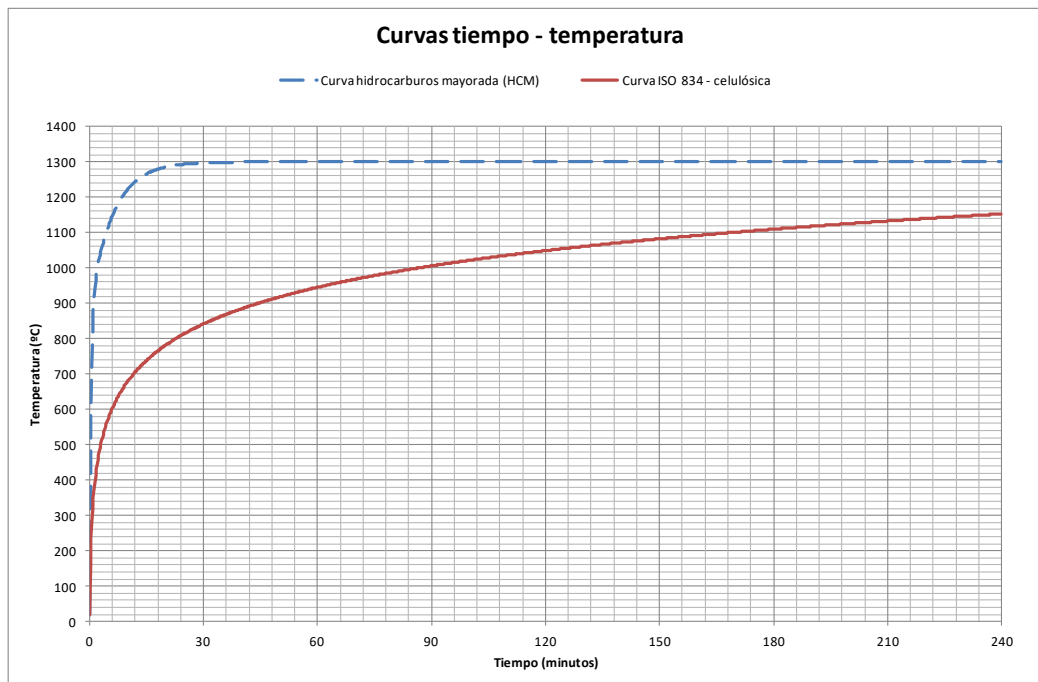
$$T = 1280(1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20$$

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, de 31 de octubre) | 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 |

(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.

| Elemento constructivo | Resistencia al fuego exigida (Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre) | Norma de referencia |
|---|---|---|
| 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 IEC 60331-1 UNE-EN 50200 |
| 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 IEC 60331-1 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 o entidad de certificación.

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, 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.

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, UNE-EN ISO 11925-2 y la UNE-EN ISO 9239-1.

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. | Tendrán las siguientes características de reacción al fuego: <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. Estas exigencias se cumplen si los cables satisfacen como mínimo los requisitos de la clase B2 _{ca} , s1a, a1 ⁽¹⁾ . |
| 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 UNE-EN 13501-3.

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 o entidad de certificación.

d) Detección de incendios.

Las salas técnicas son espacios cerrados e independientes 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.

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 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 o entidad de certificación.

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 evacuación de los túneles.

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 100 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) (anexo 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 1000 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> $\sum_{i=1}^n t_i = \text{tiempo total de exposición (minuts)}$ |
| Coefficiente 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 evacuación y rescate 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 el estudio de evacuación con los sistemas de seguridad proyectados, en los distintos escenarios posibles. Los resultados de este último estudio 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.

En el diseño de estaciones subterráneas se deberá, en la medida de lo posible, evitar las afecciones de los humos producidos por incendios en los túneles mediante el empleo de aberturas al exterior, impidiendo la entrada de humos a la estación. Este tipo de soluciones requerirá un estudio de comportamiento de humos, pudiendo llegar a requerir ventilación forzada en dichos puntos.

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.
- Desde una zona segura subterránea se podrá comunicar con el Centro de control del administrador de la infraestructura, mediante telefonía móvil o fija (privada o pública).

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 apertura 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, señalización de evacuación y comunicaciones de emergencia, conforme a lo indicado en los apartados 4.1.4.9.9, 4.1.4.9.10 y 4.1.4.9.11 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 reflejarán en el Plan de Autoprotección. Posteriormente, se trasladarán al libro de Itinerarios del maquinista y se utilizarán 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, exclusivamente para el equipamiento 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 del tubo con incidencia 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.º 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013).

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 del carril más próximo al pasillo de evacuación, salvo casos excepcionales debidamente justificados.

El borde del pasillo estará situado a la distancia mínima definida en la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio), para que se realice una evacuación segura.

Cuando exista obstáculos en la zona de evacuación, en ningún caso reducirán la anchura mínima del pasillo de evacuación a menos de 0,80 metros, 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 entre 0,8 m y 1,1 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.º y 40.º 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)

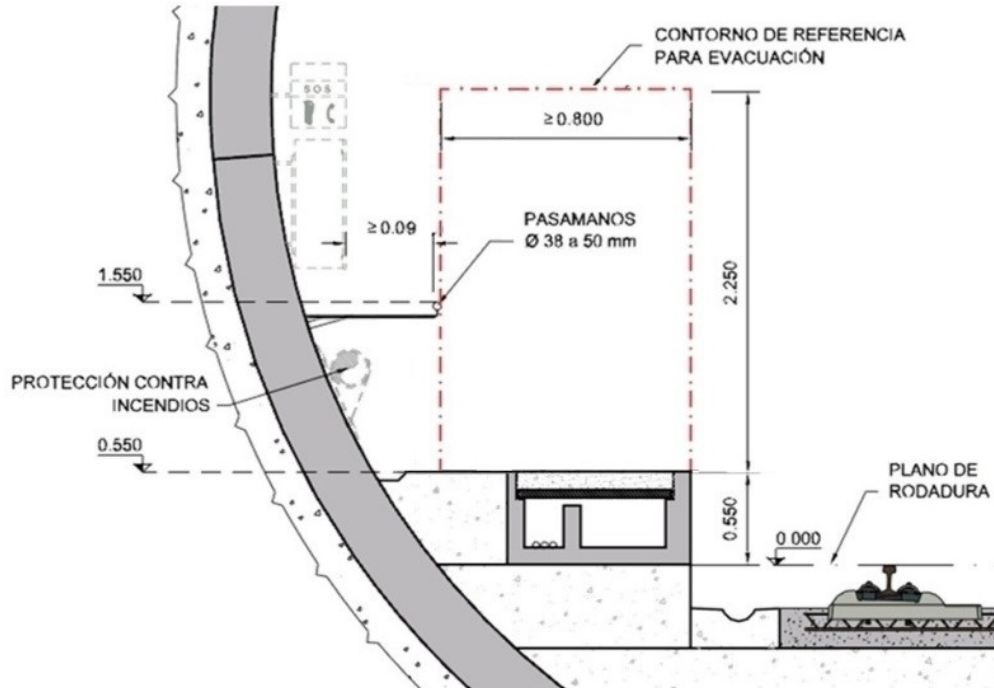


Figura 4.1.4.9.8.b Esquema de colocación del pasamanos en un túnel entre pantallas (perfil transversal)

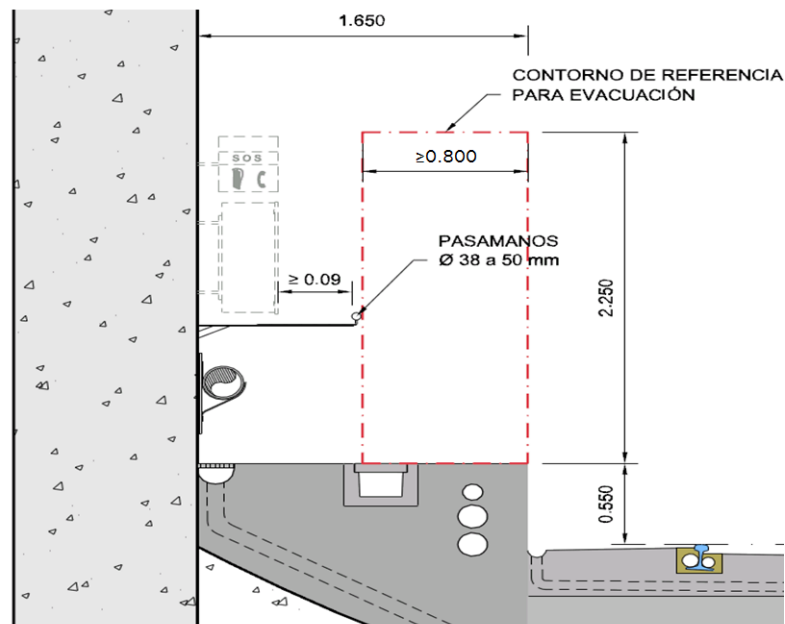
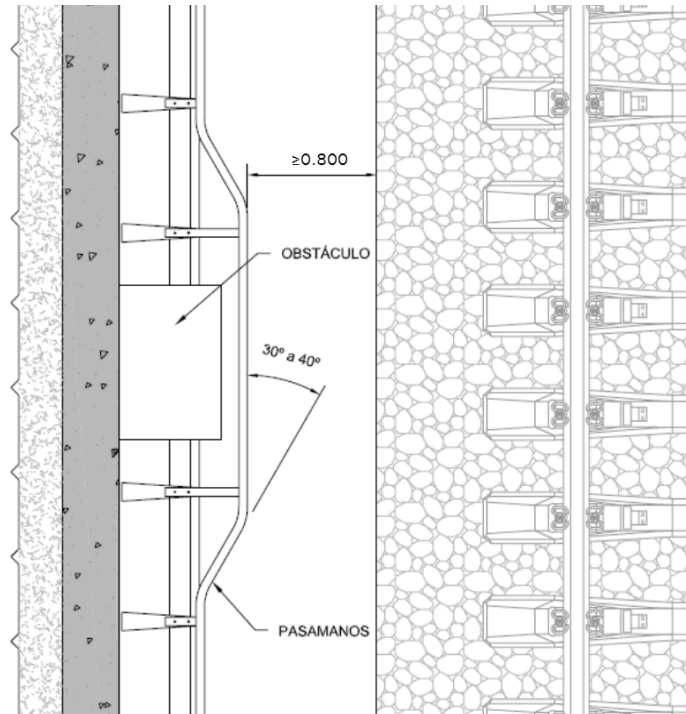


Figura 4.1.4.9.8.c Esquema de colocación del pasamanos en un túnel (perfil longitudinal), y contorno de un obstáculo



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) (anexo 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 62262.
- Contrastará cromáticamente con las paredes circundantes.

A los pasillos de evacuación se les dará continuidad fuera del túnel, hasta conectar con el lugar seguro final. 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 314/2006, de 17 de marzo (CTE).

Las rampas deberán ir provistas de pasamanos a ambos lados. La altura con respecto al nivel del suelo del 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), y no tendrá resaltos 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.

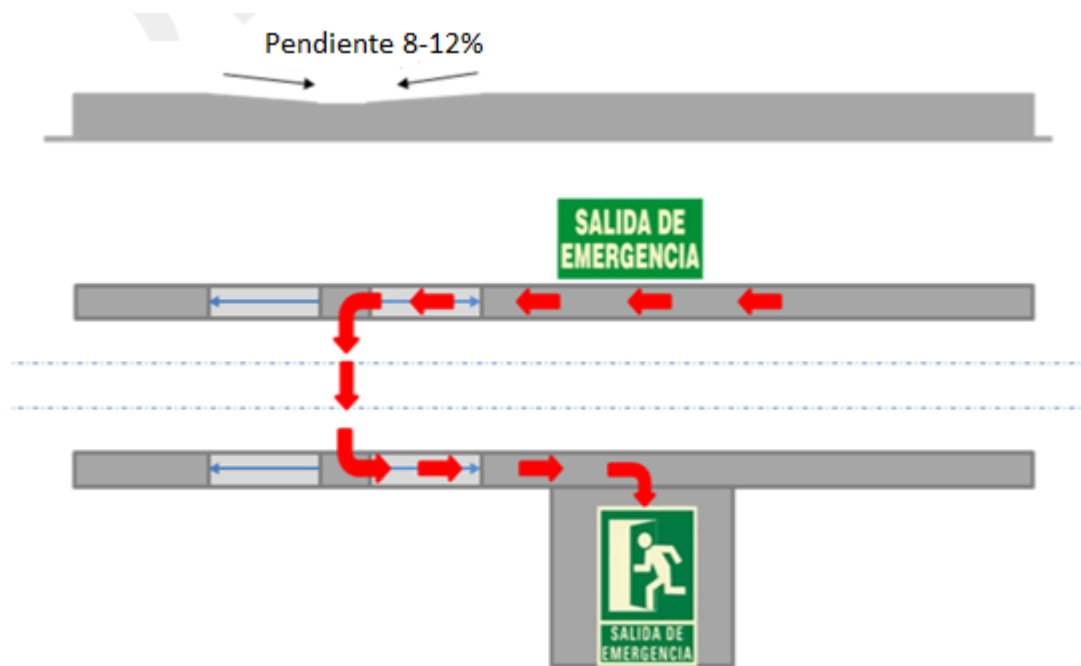
Las posibles filtraciones de agua de los hastiales serán conducidas sin afectar a la ruta de evacuación. Adicionalmente, el pasillo tendrá una pendiente transversal de entre el 1% y el 2%, para evitar la acumulación de agua.

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 (véase la 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), 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.

El alumbrado en los accesos a las zonas seguras permanecerá encendido en el caso de que las luces de emergencia estén desconectadas en condiciones normales de funcionamiento del tráfico ferroviario.

– 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. Estos entronques estarán permanentemente encendidos para mejorar su reconocimiento.

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 62262.
- 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 o entidad de certificación.

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 apéndice J 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 (RIPCI), Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (CTE), 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.
- El material de base será de acero inoxidable o de aluminio. 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 las rutas de evacuación y de Clase 2 en bordes y obstáculos, acorde al Real Decreto 314/2006, de 17

de marzo. 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 o entidad de certificación.

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 viajeros 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

| Lóngitud del túnel | 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 | SÍ | NO |
| $L > 5$ | A | SÍ | SÍ: 5 km |
| $5 < L \leq 20$ | B | SÍ | NO |
| $L > 20$ | B | SÍ | SÍ: 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 evacuación y rescate 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) (anexo II de la presente Orden) y su protocolo de actuación descrito en el Plan de Autoprotección. El manejo de estos dispositivos podrá realizarse *in situ* o por control 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 punto de 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 evacuación y rescate 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.

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.
- Alimentación eléctrica de tracción.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

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. Sus características y significado se definen en el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio.

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 en las estaciones de viajeros, de recepción/expedición de trenes en las terminales de mercancías, así como de recepción/expedición de trenes en las infraestructuras ferroviarias existentes en las zonas de servicio de los puertos de interés general, 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 (cumplimiento con los criterios de deceleraciones y velocidades de colisión en trenes de masa máxima y trenes de masa mínima).
- 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 (cumplimiento de las fuerzas longitudinales en la zona de topes y/o enganches conforme a las normas UNE-EN 12663-1 y UNE-EN 12663-2).

- a) Terminales y vías mango destinadas a trenes de viajeros.

Se dispondrá bien de una topera fija, en hormigón armado, con topes de alta prestación (normalmente hidrodinámicos), o bien de una topera deslizante (con o sin topes adicionales de alta prestación), que sean 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 en las que se requiera una reducida capacidad de absorción de energía cinética, se analizará la conveniencia de la instalación 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 de altas prestaciones, ya sea fija o deslizante, de mayor capacidad de 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 o una topera deslizante.

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 que se construyan para alguno de los sistemas de cambio de ancho existentes en funcionamiento comercial a la entrada en vigor de la presente Instrucción.

Las instalaciones, fijas o portátiles, que se construyan para nuevos sistemas de cambio de ancho son consideradas como soluciones innovadoras por lo que deberá aplicarse el apartado 6.2.3 del presente libro.

- 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.

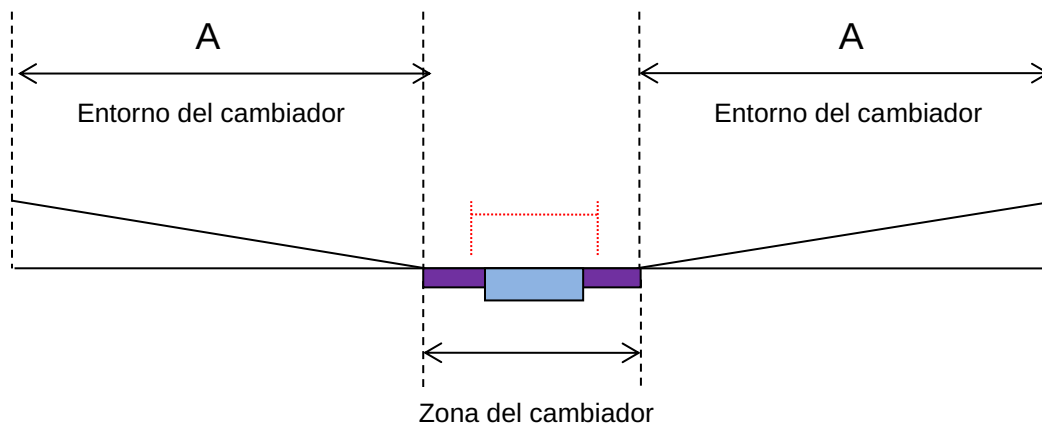
En la medida de lo posible, la instalación de cambio de ancho deberá ser apta para la utilización de diferentes sistemas de conjuntos de rodadura de ancho variable.

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



Material rodante de viajeros: $A = 400$ m
 Material rodante de mercancías: $A = 750$ m

c) Condiciones generales.

En el paso del material rodante por la instalación de cambio de ancho, 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.

El administrador de infraestructuras comunicará a las empresas ferroviarias las condiciones que debe tener el material rodante para el uso de la instalación de cambio de ancho.

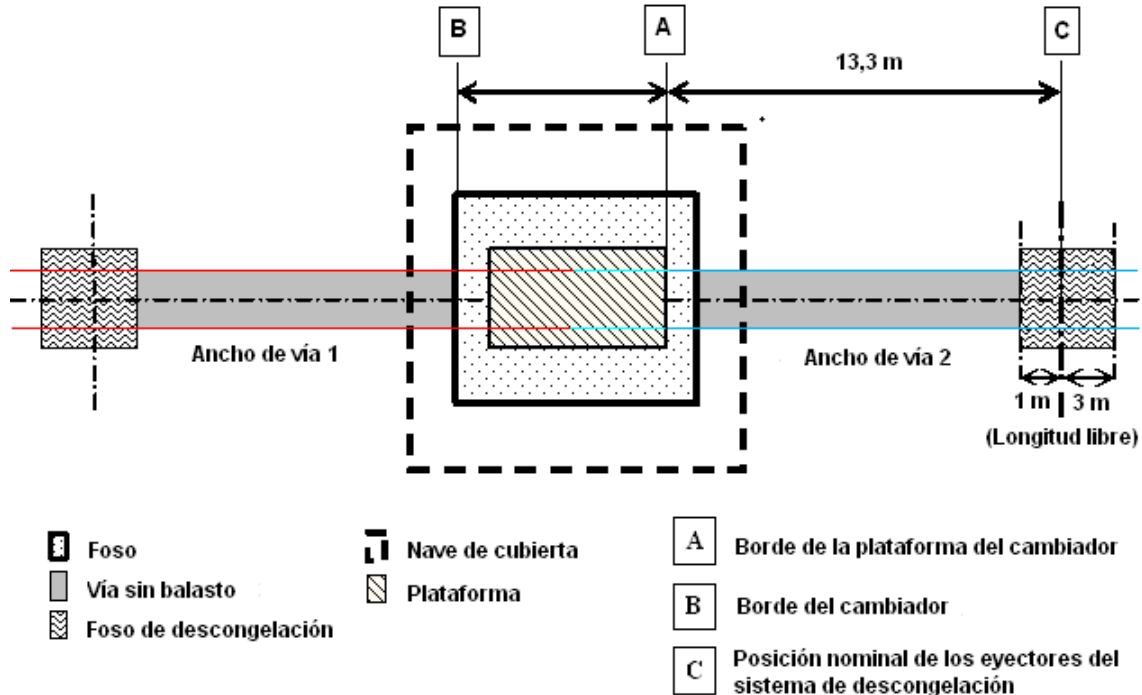
g) Zona del cambiador. Instalaciones y dimensiones.

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 Orden.

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 tocaran 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.

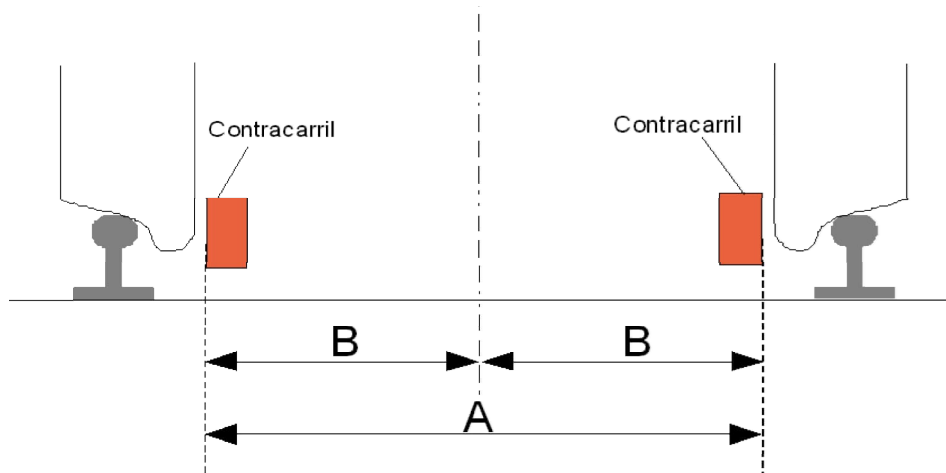
La vía en el entorno del cambiador debe estar en alineación recta en un mínimo de 51 m desde el borde del cambiador a cada lado del mismo, para garantizar el centrado del material rodante antes de entrar en la plataforma de cambio de ancho. Es recomendable que se amplíe esta zona en recta hasta 65 m.

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 $678,5_{-2}^0$ mm (para el ancho de vía nominal de 1435 mm) y 795_{-2}^0 mm (para el ancho de vía nominal de 1668 mm) y una distancia entre contracarriles de 1357_{-3}^0 mm y $678,5_{-2}^0$ mm, respectivamente (Figura 4.1.4.11.1.h.1).

Figura 4.1.4.11.1.h.1 Distancias (mm) en zona de contracarril



$$\begin{aligned} \text{Ancho de vía nominal} = 1435 \text{ mm} & \quad A = 1357_{-3}^0 \quad B = 678,5_{-2}^0 \\ \text{Ancho de vía nominal} = 1668 \text{ mm} & \quad A = 1590_{-3}^0 \quad B = 795_{-2}^0 \end{aligned}$$

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.

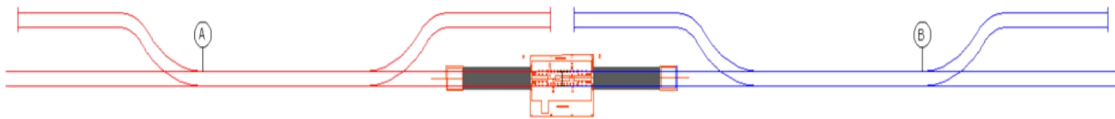
Un cambiador, en el caso más general, cuenta hasta con cuatro vías mango (Figura 4.1.4.11.1.h.5):

– 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.

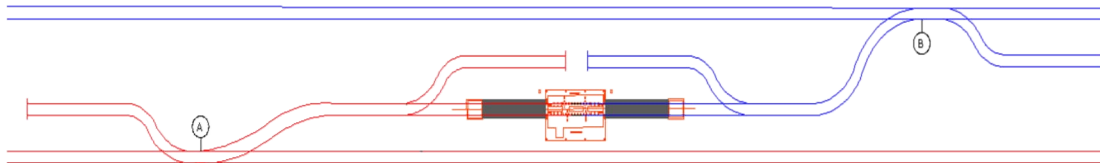
– Otras dos vías mango están más próximas al cambiador, y son denominadas vías mango de apartado de locomotoras. Estas vías mango tendrán la longitud suficiente para estacionar dos locomotoras (45 m mínimos útiles).

Figura 4.1.4.11.1.h.5 Ejemplos de instalaciones de un cambiador de ancho con vías mango

a) Instalación en la misma línea



b) Instalación entre desvíos de dos líneas diferentes paralelas



i) Electrificación.

Para los requisitos de la electrificación, consúltese la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (anexo II de la presente Orden).

j) Instalaciones de seguridad y comunicaciones.

La transición entre 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) (anexo 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 del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

El modo de funcionamiento de la instalación asegurará que el agua suministrada al material rodante cumpla la calidad especificada por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

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 biocarburos 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 (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 | | |
| Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v) | 4.1.4.1.5 | | |
| Separación de andén | 4.1.4.7.6 | | |
| Distancia entre ejes de vía | 4.1.4.1.2 | Efecto estela | 4.2.6.2.1 |
| Resistencia de las estructuras nuevas, construidas sobre la vía o adyacentes a la misma a los efectos aerodinámicos | 4.1.4.5.8 | Pulso de presión por paso de la cabeza del tren | 4.2.6.2.2 |
| Anchura de los andenes | 4.1.4.7.3.1 | Variaciones máximas de presión en los túneles | 4.2.6.2.3 |
| Levante de balasto | 4.1.4.8.6 | | |
| 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 | | |
| 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 | | |
| Geometría de diseño de los aparatos de vía | 4.1.4.3.3 | Características mecánicas y geométricas de las ruedas | 4.2.3.5.2.2 |
| 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 | 4.2.3.5.2.3 |

| IFI | | IF MR ALC-20 | |
|--|----------------------------|---|-------------|
| Parámetro | Apartado del libro tercero | Parámetro | Apartado |
| Insuficiencia de peralte, <i>(I)</i> | 4.1.4.2.5 | Comportamiento dinámico en circulación | 4.2.3.4.2. |
| Exceso de peralte, <i>(E)</i> | 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 |
| 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 | | |

| 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 | 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 |
| 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 | Enganche 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 |

| IFI | | IF MR ALC-20 | |
|---|----------------------------|---|------------|
| Parámetro | Apartado del libro tercero | Parámetro | Apartado |
| 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 |
| Tomas de corriente eléctrica | 4.1.4.11.6 | Equipos de repostaje | 4.2.11.7 |
| | | Requisitos especiales aplicables al estacionamiento de trenes | 4.2.11.6 |

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 | | |
| Radio mínimo de los acuerdos verticales, (R_v) | 4.1.4.1.5 | | |
| Separación de andén | 4.1.4.7.6 | | |
| Radio mínimo de las alineaciones circulares, (R) | 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 | | |
| Geometría de diseño de los aparatos de vía | 4.1.4.3.3 | Ruedas | 4.2.1.5.3 |
| Calidad geométrica de la vía y límites de defectos aislados (límites de actuación inmediata en aparatos de vía) | 4.1.4.6.c.4 | | |

| 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 (anexo 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 |
| Gálbo 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 | | |
| Competencia específica en túneles de la tripulación del tren y resto del personal | 4.5.2 | Competencias profesionales | 4.6.1 |

4.2.5 Accesibilidad para 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.

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 1000 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 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. En ambos casos la consulta consiste en informar a las empresas ferroviarias del contenido del Plan de Autoprotección, así como tomar nota de sus dudas y observaciones procediendo a su gestión.

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.

El Plan de Autoprotección deberá ser actualizado periódicamente por el administrador de la infraestructura según lo dispuesto en la Norma Básica de Autoprotección (Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo).

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 medios humanos y materiales a utilizar así como los procedimientos a aplicar para garantizar la seguridad de los pasajeros en el túnel y para realizar su evacuación hasta un lugar seguro, en caso de materializarse alguno de los escenarios de emergencia previstos.

– 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.

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, por el área responsable de dicho cambio para la actualización del Plan de Autoprotección y el Libro de Itinerario del maquinista.

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.

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), posición de los puntos de evacuación y rescate y punto de parada dentro de los mismos.

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 redacción de los proyectos de construcción.

Los distintos elementos de la línea ferroviaria serán proyectados con unas condiciones de durabilidad acordes con la vida útil de los mismos.

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 los distintos elementos 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 los distintos activos incluidos en el mismo, que establecerá recomendaciones para la realización de las correspondientes inspecciones periódicas y para los trabajos de reparación de los posibles daños.

4.4.1.2 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 las obras ejecutadas, durante la construcción el promotor dispondrá de un registro de seguimiento de las obras incluidas en cada proyecto constructivo, 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 obra realmente ejecutada, incluyendo al menos:

- 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.
- Documentación final de obra, que incluya las incidencias de obra significativas y reparaciones realizadas.
- Estudios geotécnicos y de otro tipo y resultados del control de calidad de las obras realizado durante la construcción de la línea.

Considerando dicha documentación, el promotor actualizará las guías de mantenimiento de cada proyecto constructivo, que se incluirán en los correspondientes proyectos construidos.

4.4.1.3 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 una Ficha de mantenimiento, como parte del expediente técnico que acompaña a la declaración de verificación.

4.4.1.4 Etapa de mantenimiento de la infraestructura.

Tras la entrada en servicio del subsistema 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 infraestructuras elaborará el Plan de mantenimiento de la infraestructura, utilizando la documentación final de obra y las guías de mantenimiento redactadas en cada proyecto construido.

El administrador de la infraestructura será responsable del seguimiento y actualización del Plan de mantenimiento de la infraestructura, a lo largo de la vida útil de la línea.

4.4.1.5 Obligaciones de los administradores de infraestructuras.

Para el desarrollo de las tareas de mantenimiento, los administradores de infraestructuras deberán:

- Mantener actualizados los inventarios de los activos de la infraestructura incluidos en los registros de esta Instrucción.
- Programar y llevar a cabo las actividades de mantenimiento predeterminado establecidas como inspecciones y pruebas cíclicas.
- Mantener actualizados los registros de la actividad de vigilancia de la infraestructura ferroviaria incluyendo los resultados de las inspecciones y pruebas periódicas.
- Acometer las reparaciones y actuaciones necesarias para mantener las infraestructuras en condiciones adecuadas de seguridad y servicio.
- Elaborar y mantener actualizado el archivo técnico asociado a su correspondiente inventario.
- En el caso de obras de paso, pasos superiores, túneles, obras de tierra y vía, comunicar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, preferiblemente de forma automática y sistematizada:
 - Los resultados de las inspecciones en las que se han detectado daños de nivel 4 de acuerdo con el apartado 4.4.2.4 del presente libro, así como el momento en que se han subsanado dichos daños.
 - Las altas, bajas y modificaciones de los inventarios, de forma anual.

– En el caso de pasos a nivel y cruces entre andenes, comunicar a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, preferiblemente de forma automática y sistematizada, las actualizaciones de sus inventarios en los términos establecidos en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

4.4.2 Inventarios de activos y registros de vigilancia.

4.4.2.1 Inventarios de obras de paso, pasos superiores, túneles, obras de tierra y vía.

Los administradores de infraestructuras dispondrán de un inventario de los activos de obras de paso, pasos superiores, túneles, obras de tierra y vía, existentes en las líneas ferroviarias que administren.

Estos inventarios se actualizarán al menos anualmente.

Las altas, bajas y modificaciones de los inventarios se comunicarán a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria de forma semestral, preferiblemente de manera automática y sistematizada. No obstante, la Agencia podrá solicitar los informes que considere convenientes sobre dichos inventarios para facilitar las tareas de supervisión que tiene encomendadas.

El contenido de estos inventarios deberá establecerse normativamente por parte del administrador de infraestructuras.

4.4.2.2 Inventarios de pasos a nivel y cruces entre andenes.

Los administradores de infraestructuras mantendrán un inventario de todos los pasos a nivel existentes en las líneas ferroviarias que administren, tanto de los de titularidad pública como de los particulares, y de todos los cruces entre andenes, así como los cruces para uso exclusivo de la actividad ferroviaria o de los servicios de emergencia, existentes en las estaciones o apeaderos que administren.

En ambos casos el contenido del inventario, su actualización y su comunicación a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria serán los establecidos en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. Las comunicaciones se realizarán, preferiblemente, de manera automática y sistematizada.

No obstante, la Agencia podrá solicitar los informes que considere convenientes sobre dichos inventarios para facilitar las tareas de supervisión que tiene encomendadas.

4.4.2.3 Actividades y registros de vigilancia.

Se inspeccionarán los activos del subsistema infraestructura, especificando especialmente los datos que reflejen la disposición de todos los equipos y elementos que la normativa exige y los que reflejen el estado de conservación de estos.

Las actividades de vigilancia se establecerán en el correspondiente Sistema de Gestión de Seguridad en la Circulación del administrador de infraestructuras.

En los pasos superiores las responsabilidades de inspección y mantenimiento serán las establecidas en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, siendo lo establecido en la presente Instrucción únicamente de aplicación en aquellos cuya titularidad corresponda al administrador de la infraestructura, sin menoscabo de las competencias de policía que a estos les atribuye la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario y el apartado 4 del artículo 62 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, en relación con ellos.

Se crean los registros de la actividad de vigilancia de infraestructuras ferroviarias, de carácter y uso interno, responsabilidad de los administradores de infraestructuras, sobre los siguientes activos de dichas infraestructuras:

- Obras de paso.
- Pasos superiores.
- Túneles.
- Obras de tierra.

- Vía.
- Pasos a nivel.
- Cruces entre andenes.

Estos registros de vigilancia contendrán:

- a) Los datos contenidos en los inventarios de los activos objeto de los registros de vigilancia que sean necesarios para su correcta identificación, localización y caracterización geométrica, estructural y funcional. En el caso particular de pasos a nivel y cruces entre andenes, los datos de sus inventarios serán los establecidos en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.
- b) los datos relativos a la actividad de vigilancia, incluyendo las inspecciones y pruebas realizadas que formen parte de dichas inspecciones.
- c) La referencia documental con el archivo técnico que contiene la información disponible relativa al proyecto, la construcción y el historial de actividades de mantenimiento de reparación o acciones a las que se ven sometidos los distintos elementos físicos.

4.4.2.4 Nivel de gravedad de los daños.

En todas las inspecciones, se analizarán los daños que presentan todos los elementos de las obras de infraestructura. Para estos daños, en función de su intensidad, se establece un nivel de gravedad, según la escala siguiente:

- Nivel 1: Defectos sin repercusión en el comportamiento estructural del activo, ni en la explotación ferroviaria, ni en la durabilidad o funcionalidad del activo.
- Nivel 2: Defectos sin repercusión en el comportamiento estructural del activo, ni en la explotación ferroviaria, pero que menoscaban la durabilidad o la funcionalidad del activo.
- Nivel 3: Defectos que evidencian una evolución patológica que puede afectar a la seguridad estructural del activo, o a la seguridad de las personas que lo utilicen o a la explotación ferroviaria.
- Nivel 4: Defectos que afectan a la seguridad estructural del activo o a la seguridad de las personas que lo utilicen o a la explotación ferroviaria.

En el caso de los pasos a nivel y los cruces entre andenes, los daños se diferenciarán entre los que no afectan a la seguridad del sistema y los que sí afectan a la seguridad del sistema.

4.4.3 Actividades de mantenimiento y reparación.

El Plan de Mantenimiento de los activos recogidos en la presente Instrucción se elaborará a partir de los criterios generales de mantenimiento preventivo o predictivo establecidos por los administradores de infraestructura, y podrá incorporar, en caso de ser necesario y como fruto de la experiencia y seguimiento de un activo en concreto, criterios específicos que particularicen dicho mantenimiento.

En los criterios generales de mantenimiento de los administradores de infraestructura se debe recoger, al menos, todo lo descrito en la presente Instrucción.

Con carácter anual los administradores de infraestructura establecerán una programación de mantenimiento para cada activo que incluirá, por un lado, las actividades de mantenimiento predeterminado contenidas en su Plan de Mantenimiento y, por otro lado, las actividades de mantenimiento preventivo o predictivo basado en la condición que hayan sido identificadas a partir de:

- Los registros e inspecciones y pruebas de carga desarrolladas anteriormente pudiendo incorporar, en caso de ser necesario y como fruto de la experiencia y seguimiento de un activo en concreto, criterios específicos que particularicen dicho mantenimiento.

- Resultados obtenidos en las actividades cíclicas o según estado ya ejecutadas.
- Resolución de un suceso o incidencia de mantenimiento correctivo que deja actividades pendientes que pueden ser resueltas a través de mantenimiento preventivo. Se trata de actividades de mantenimiento correctivo diferido que pueden ser programables, gestionándose como el mantenimiento preventivo basado en la condición.
 - Defectos detectados en un activo que puedan comprometer la funcionalidad o la seguridad de las circulaciones ferroviarias.
 - Tratamiento de quejas, reclamaciones o sugerencias de mejora de grupos de interés externos (ciudadanos, operadores ferroviarios, etc.) en las que se concluya que se requiere realizar un determinado tipo de actividad.
 - Relación entre activos de la misma o distintas especialidades técnicas: defectos en activos que han sido detectados a través de inspecciones realizadas en otros activos.
 - Otros motivos que se deberán justificar como aportaciones de las áreas técnicas (por ejemplo, para conocer la evolución particular de un activo), recomendaciones del área de seguridad, inspecciones para corroborar el cambio de estado de un activo según normativa, etc.

Todas las actividades de la programación anual de mantenimiento serán de dos tipos atendiendo a su finalidad:

- Actividades destinadas a la inspección y vigilancia de la infraestructura ferroviaria (inspecciones, revisiones y auscultaciones).
- Actividades destinadas a la mitigación o a la reducción de probabilidad de degradación mediante trabajos físicos sobre los activos, entre los que se encuentran aquellas para eliminar los defectos detectados durante las labores de vigilancia. Estas actividades se programarán, en el caso de activos del subsistema de infraestructura, siempre que se detecten defectos de nivel 3 o 4 en un activo, quedando a criterio de los administradores de infraestructuras la corrección de los defectos de nivel 1 y 2, y en el caso de pasos a nivel y cruces entre andenes, siempre que los defectos encontrados durante una revisión no se hayan podido resolver durante la ejecución de la misma y afecten a la seguridad del sistema.

Estas actividades principalmente se ejecutarán mediante notas técnicas o proyectos de mantenimiento consistentes en actuaciones de pequeñas renovaciones y actuaciones ejecutadas en el marco del mantenimiento, que son aquéllas que no modifican significativamente la infraestructura, manteniendo los parámetros iniciales de los subsistemas, así como sus condiciones de nivel de servicio y de seguridad de la circulación, y se realizan en el marco del sistema de mantenimiento seguro.

La programación de estas actividades incluirá:

- Valoración y plazo aconsejable para su ejecución.
- En su caso, las limitaciones que de forma transitoria sea necesario imponer a la explotación, en cuanto a cargas y velocidades máximas de circulación, hasta finalizar los trabajos.

En la redacción de dichos proyectos o notas técnicas se tendrá en cuenta la documentación disponible en el archivo técnico de dichos activos. Esta documentación incluirá:

- a) Proyectos constructivos, con los estudios geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, etc. utilizados para su elaboración.
- b) Información geológica y geotécnica adicional obtenida durante la construcción o explotación.
- c) Modificaciones introducidas al proyecto durante la construcción.
- d) Resultados de ensayos y análisis realizados para comprobar la calidad de las obras.

e) Posibles tratamientos de mejora, refuerzo o estabilización del terreno, control de erosión, etc. llevados a cabo.

f) Informes y actas de todas las inspecciones (básicas y principales) y pruebas de carga realizadas, incluso las previas a la autorización de entrada en servicio del subsistema infraestructura y/o puesta en servicio, con las anomalías detectadas.

g) Plan de auscultación, en su caso, con los resultados obtenidos y su interpretación.

h) Descripción de los trabajos de conservación realizados en elementos estructurales.

El plazo máximo para la completa reparación de los daños de nivel 4 en el caso de activos del subsistema de infraestructura, será de cuatro años a partir de la fecha de la inspección, salvo que debido a la gravedad de aquéllos se hubiera fijado un plazo inferior, sin perjuicio de las medidas mitigadoras que se consideren necesarias para garantizar la seguridad de las personas, los tráficos, las cosas o el medioambiente. Excepcionalmente, antes de cumplirse los plazos establecidos para realizar las reparaciones correspondientes, se podrán realizar nuevas actividades de inspección que actualicen el diagnóstico y, por tanto, fijen un nuevo plazo máximo para su reparación. Si los daños fueran de nivel 3, se planificarán las medidas que permitan rebajar ese nivel.

Sobre la programación anual de mantenimiento, que incluya las actividades de vigilancia e inspección y las actividades de mantenimiento, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria podrá solicitar los informes específicos que estime adecuados para las tareas de supervisión correspondientes.

El administrador de infraestructuras y la autoridad portuaria, en su caso, podrán requerir a los titulares de los pasos superiores para que suministren los informes de las reparaciones realizadas.

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.

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 apéndice A, 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, 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.

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD.

Para los apartados del presente capítulo:

- Siempre que se establecen prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indican en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establecen prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indica 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, a excepción del carril, 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.

5.3.1 Carril.

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.3.1 de la ETI de infraestructura.

5.3.2 Sistemas de sujeción del carril.

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.3.2 de la ETI de infraestructura.

5.3.3 Traviesas.

No se incluyen prescripciones adicionales en relación con el apartado 5.3.3 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 establecen prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indican en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establecen prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indican 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 identifican 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 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.

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, 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 con lo establecido en el apéndice C, 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 apéndice A), 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 apéndice 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.

Para las instrucciones adicionales establecidas en el capítulo 4 del presente libro y las normas nacionales definidas en el libro segundo, el solicitante podrá pedir la disconformidad con la presente Instrucción siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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):

De acuerdo con el artículo 3 de la presente Orden, en las actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio la conformidad con la presente Instrucción será obligatoria.

Para los requisitos establecidos en el capítulo 4 del presente libro, el solicitante podrá pedir la disconformidad con la presente Instrucción siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

El promotor decidirá los procedimientos para la evaluación, la documentación que se deberá aportar, así como los certificados que se deberán emitir, salvo que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, en su caso, establezca prescripciones particulares al respecto en la resolución relativa a la necesidad de autorización de entrada en servicio mencionada en el artículo 107 del Real decreto 929/2020, de 27 de octubre.

Las fases de evaluación de dichos requisitos se recogen en los cuadros C.1 y C.2 del apéndice 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.

Para los requisitos ETI se seguirán 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.º 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013). 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 apéndice N.

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 Levante de balasto (4.1.4.8.6) (apartado no incluido en la ETI de infraestructura).

Para la evaluación del levante de balasto en la fase de montaje antes de la puesta se servicio, deberán tenerse en cuenta los procedimientos específicos de evaluación definidos por el administrador de infraestructuras.

6.2.4.8.4 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:

$\Delta t = L_{\text{tu}}/5c$ (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 4.1.4.9.4 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 6.2.4.9.6 del presente libro).
- Salidas de emergencia a la superficie y galerías de conexión entre túneles paralelos, (apartado 6.2.4.9.5 del presente libro).
- Alumbrado y señalización de las rutas de evacuación, (apartados 6.2.4.9.7 y 6.2.4.9.8 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 6.2.4.9.4.a. En ningún caso se considerarán incendios de potencia calorífica inferior a 15 MW.

Cuadro 6.2.4.9.4.a Características del incendio

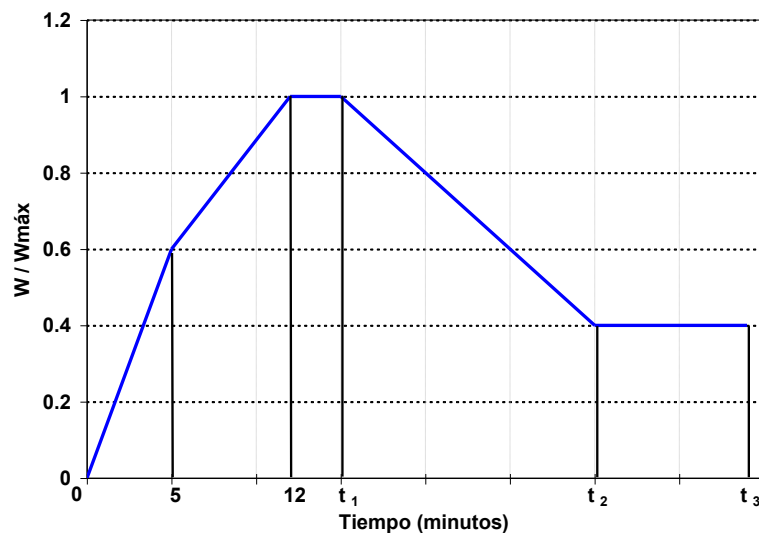
| Tipo de tráfico | Potencia máxima del incendio (MW) | Duración del incendio (h) | Caudal de humos producidos (m ³ /s) |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--|
| Tráfico de viajeros ⁽¹⁾ . | 15 | 1 | 60 |
| Tráfico mixto. | 30 | 2 | 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 6.2.4.9.4.a, con los tiempos característicos del cuadro 6.2.4.9.4.b.

Figura 6.2.4.9.4.a Curva paramétrica de evolución de la potencia (W) de un incendio



Cuadro 6.2.4.9.4.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:

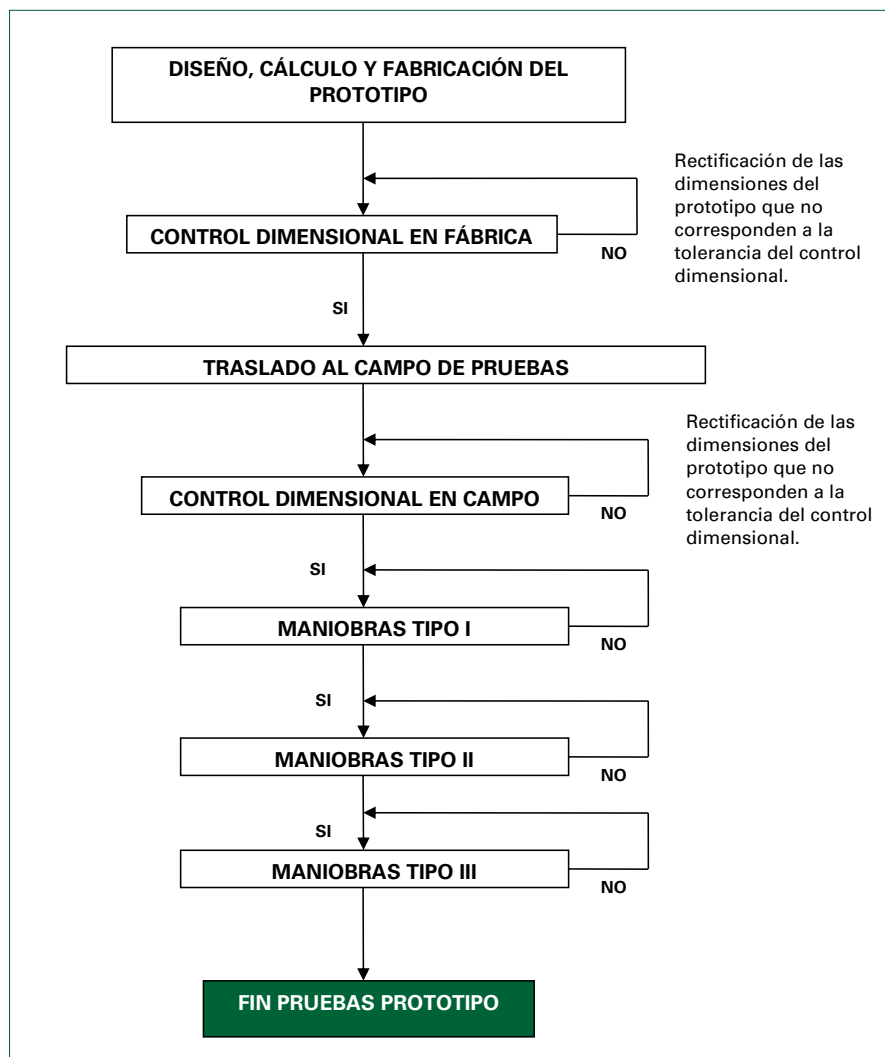
1. Cambio de tecnología.
2. Retorno a la tecnología inicial (se posiciona la plataforma que está siendo verificada).
3. Adquisición de datos del sistema de instrumentación de la plataforma y su análisis (flechas y esfuerzos).

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.

a.3) Resumen del método de evaluación del prototipo.

Figura 6.2.4.10.1.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.

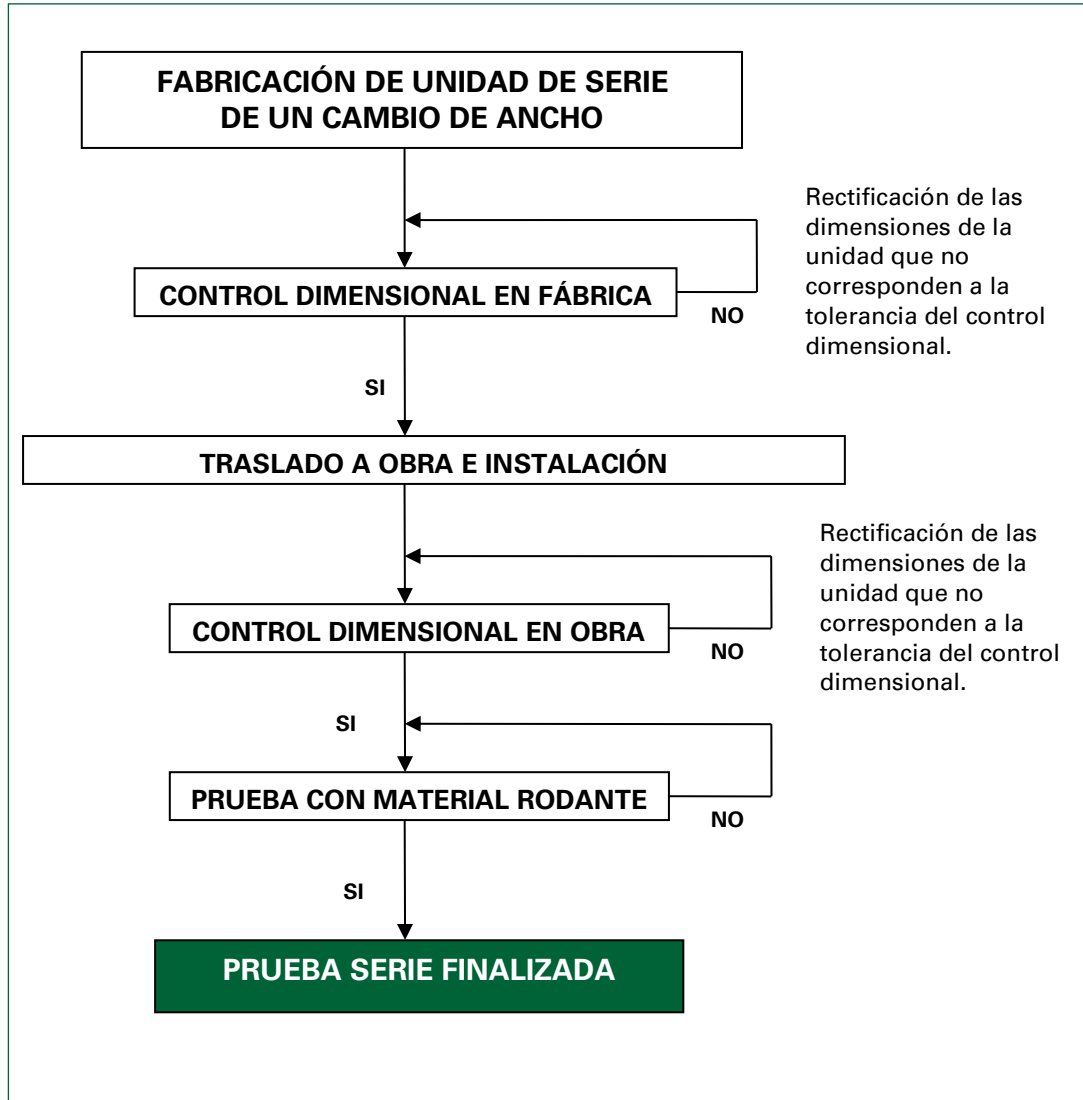
2. Controles dimensionales:

– 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 6.2.4.10.1.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 Aprovechamiento 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 DE LA FICHA DE MANTENIMIENTO.

Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.4 de la ETI de infraestructura:

El apartado 4.4.1.3 del presente libro exige que el administrador de infraestructuras disponga de una Ficha de mantenimiento del subsistema de infraestructura, para cada línea.

De acuerdo con el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, el solicitante será el responsable de elaborar el expediente técnico que contenga la Ficha de mantenimiento.

El organismo notificado verificará únicamente que se ha aportado la documentación solicitada para el mantenimiento, definida en el apartado 4.4.1.3 del presente libro. No es necesario que el organismo notificado verifique la información contenida en la documentación presentada.

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 AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA EN EL CASO DE LÍNEAS FERROVIARIAS NUEVAS.

7.1.1 Definición de línea ferroviaria nueva.

Se entiende por línea nueva aquella que crea un itinerario donde antes no existía.

7.1.2 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.

7.1.3 Categorías de las líneas

Será la Autoridad Ferroviaria quién decida la categoría de las líneas.

7.2 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA EN EL CASO DE 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.

7.2.1 Acondicionamiento o mejora de una línea.

Según la definición 52 del anexo I del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, se entiende por acondicionamiento o mejora de una línea ferroviaria existente, los trabajos de modificación de gran calado en los subsistemas estructurales fijos de dicha línea que mejoran su rendimiento general.

7.2.1.1 Acondicionamiento o mejora del subsistema de infraestructura.

A los efectos de la presente Instrucción y en base a las definiciones 52 y 71 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, se entiende por acondicionamiento o mejora de un subsistema de infraestructura la realización de alguna actuación de mejora del mismo que: modifique, al menos, alguno de los parámetros característicos de la línea o sección de línea (gálibo, carga por eje, velocidad, longitud permitida del tren y longitud útil de andén); suponga la instalación de vía de ancho mixto (tres carriles); o bien aumente su capacidad, mediante la adición de al menos una vía.

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.
- La implantación de la vía de tres o más carriles

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.

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 con lo indicado en el apartado 7.3.2 del presente libro. Para los túneles nuevos se tendrá en cuenta el apartado 7.3.1 del presente libro.

7.2.2 Renovación de una línea.

Según la definición 73 del anexo I del Real Decreto 929/2020, del 27 de octubre, se entiende por renovación de una línea los trabajos importantes de sustitución de uno o varios de los subsistemas que la componen, o de una parte de estos, que no afecten al rendimiento global del subsistema.

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 7.2.3 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.

7.2.2.1 Renovación del subsistema de infraestructura.

A los efectos de la presente Instrucción y en base a la definición 73 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, se entiende por renovación del subsistema de infraestructura la realización de trabajos importantes de sustitución, en todo o en parte del subsistema, que no afecten a su rendimiento global ni modifiquen 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, o supongan la instalación de vía de ancho mixto (tres carriles). Si se podrán 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.

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.

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 con lo indicado en el apartado 7.3.2 del presente libro. Para los túneles nuevos se tendrá en cuenta el apartado 7.3.1 del presente libro.

7.2.3 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.

7.2.4 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.

7.3 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES.

7.3.1 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.

7.3.2 Túneles existentes.

7.3.2.1 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.

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.

En aquellas actuaciones de renovación o acondicionamiento que se planteen sobre túneles existentes con condiciones geométricas muy estrictas (gálibos reducidos, radios en planta muy pequeños, peraltes máximos, entrejes 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.

7.3.2.2 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 4.1.4.9.4 del presente libro).
- Protección y seguridad contra incendios (apartado 4.1.4.9.5 del presente libro).
- Pasillos de evacuación en túneles (apartado 4.1.4.9.8 del presente libro).
- Alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación (apartado 4.1.4.9.9 del presente libro).
- Señalización de evacuación (apartado 4.1.4.9.10 del presente libro).
- Comunicaciones de emergencia (apartado 4.1.4.9.11 del presente libro).

- Suministro eléctrico para los servicios de intervención en emergencias (apartado 4.1.4.9.16 del presente libro).
- Fiabilidad de los sistemas eléctricos (apartado 4.1.4.9.17 del presente libro).
- Comunicación y alumbrado en zona de seccionadores (apartado 4.1.4.9.18 del presente libro).

Se efectuará un estudio de evaluación de riesgos, utilizando Métodos Comunes de Seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) n.º 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013), 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.

7.4 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 en vías con balasto, 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.

7.5 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 procedimiento que debe aplicarse y los parámetros del subsistema de infraestructura que debe utilizar la empresa ferroviaria a efectos de la verificación de la compatibilidad con la ruta se describen en el punto 4.2.2.5 y en el apéndice D1 del anexo del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, relativo a la especificación técnica de interoperabilidad correspondiente al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2012/757/UE.

Nota: En el apartado 1.3.3 de la Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio, se definen los gálibos de material rodante interoperables compatibles con el gálibo de implantación de obstáculos.

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 apéndice D. Puede haber, no obstante, un riesgo de efectos dinámicos excesivos de acuerdo con el apartado 5.1 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 apéndice D.

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.

APÉNDICES DEL ANEXO I

APÉNDICE A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN

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 móvil 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).

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.

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.

Ancho estándar europeo: Corresponde a un ancho de vía nominal de 1.435 mm.

Ancho ibérico: Corresponde a un ancho de vía nominal de 1.668 mm.

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).

Anchura útil de un andén: Dimensión transversal del andén que, junto con la longitud útil de andén, determina la superficie del andén susceptible de ser ocupada por los viajeros esperando al tren, por lo que se excluye la zona de peligro definida en el apartado 4.1.4.7.3 del libro tercero.

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 técnico: Conjunto de documentos que contienen la información relativa al proyecto, la construcción y el historial de actividades de mantenimiento de reparación o acciones a las que se ven sometidos distintos activos físicos durante su vida útil, asociados a su correspondiente inventario.

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 del administrador de la infraestructura: 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, 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 situación 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.

Contorno de referencia: Contorno llevado sobre los ejes de coordenadas, al objeto de definir el gálibo del material rodante, el gálibo de implantación de obstáculos o el gálibo de cargamento.

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).

Cruce entre andenes: Intersecciones al mismo nivel entre un ferrocarril y los itinerarios expresamente dispuestos en estaciones y apeaderos para el acceso peatonal a los andenes.

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, 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 libro tercero 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 libro tercero, 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 de visibilidad real (D_{rp}): Distancia, medida a lo largo del eje de vía, que existe entre el punto de intersección de los ejes del ferrocarril y del cruce entre andenes, y el punto donde se encuentra el tren que se dirige hacia el cruce, en el preciso momento en que dicho tren comienza a divisarse desde el punto donde está situado el usuario del cruce.

En los cruces entre andenes, la posición del usuario se establece en la intersección entre el eje del cruce entre andenes y el borde del andén.

Se considerará como visibilidad real del cruce entre andenes la menor de las cuatro visibilidades reales medidas desde los dos lados del cruce y en los dos sentidos de la vía férrea.

No se considerarán distancias de visibilidad real superiores a 500 m.

Distancia de visibilidad técnica (D_{tp}): Distancia en metros que recorre un tren a su velocidad máxima permitida, durante el tiempo que tarda en cruzar el usuario de un lado al otro del cruce entre andenes. Se calcula mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$D_{tp} = 0,28 \cdot V_m \cdot T_C$$

siendo:

D_{tp} , la distancia de visibilidad técnica del cruce entre andenes, en m.

V_m , la velocidad máxima permitida del tren a la altura del cruce entre andenes, en km/h.

T_C , el tiempo empleado por un peatón para cruzar las vías entre andenes, expresado en segundos. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_C = 2 + 1,43 \cdot D_a$$

D_a , la distancia a recorrer por el peatón a lo largo de la alineación del cruce entre andenes, en m. En ausencia de datos y como estimación general, puede calcularse como:

$$D_a = e \cdot (n - 1) + 2 \cdot d$$

n , el número de vías existentes en el cruce entre andenes.

e , el entreaje de vía, en m. En ausencia de datos se tomará: $e = 5$ m.

d , la distancia del borde del andén al eje de la vía más próxima, en m. Puede tomarse:

| Ancho de vía nominal (m) | Valor de «d» (m) |
|--------------------------|------------------|
| 1,668 | 1,80 |
| 1,435 | 1,70 |
| 1,000 | 1,60 |

Con la aproximación anterior de D_a , la D_{tp} estimada sería:

$$D_{tp} = 0,28 \cdot V_m \cdot [2 + 1,43 \cdot (e \cdot n - e + 2 \cdot d)]$$

Y en el caso particular de ancho ibérico y $e = 5$ m:

$$D_{tp} = 2 \cdot V_m \cdot n$$

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.

Espacio lateral de evacuación: Fuera de los túneles, el espacio, acondicionado o no, paralelo a la vía y exterior a la misma, donde se puede realizar la evacuación de las personas y personal de a bordo de un tren, y no se vean afectados por los efectos de la incidencia.

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 (ETI INF): 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 (ETI STF): 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.

Ficha de mantenimiento: Parte del expediente técnico, definido en el artículo 87.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, que contiene las condiciones y los límites de utilización, valores de los límites de actuación inmediata y las instrucciones de mantenimiento.

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 otra al recorrer radios de giro diferentes, debido a la conicidad de las llantas.

Fuerza transversal dinámica (ΣY_{max}): Suma de las fuerzas dinámicas de guiado que transmiten las ruedas sobre la vía, en dirección transversal.

Fuerza vertical cuasiestática (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).

Gálbo 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).

Gálbo 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 gálbo 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).

Gálbo 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).

Gálbo 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).

Gálbo uniforme de implantación de obstáculos: Es un gálbo 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 gálbo 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 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 rodadura.

Inestabilidad de marcha: Falta de estabilidad en el avance de un vehículo o una composición.

Inspección: Examen de la conformidad mediante medición, observación o ensayos de las características relevantes de un elemento.

Instrucciones adicionales: Véase el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

Insuficiencia de peralte: Es la diferencia entre el peralte de equilibrio a una determinada velocidad y el peralte aplicado.

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.

Inventario: Conjunto de datos relevantes de los activos físicos de la infraestructura ferroviaria que permiten una gestión eficiente y segura de los mismos desde su puesta en servicio hasta su retirada. Estos datos y su documentación asociada facilitan la identificación, la localización y la caracterización de los activos.

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 (IAL): 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 (AL): Valor que, al excederse, requiere que las condiciones de geometría de la vía sean analizadas y consideradas en las operaciones regulares de mantenimiento planificadas.

Límite de intervención (IL): 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.

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.

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 cruzamiento 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).

El extremo del tren puede quedar fuera del andén, debido a que el parámetro definido en el apartado 4.1.2.3 del libro tercero únicamente describe la longitud que ha de ofrecerse para el acceso de los viajeros del andén al tren.

LTV: Limitación/es Temporal/es de Velocidad.

Lugar seguro final: Lugar en el que los pasajeros y el personal ya no se verán afectados por los efectos del incidente inicial (por ejemplo, la toxicidad y opacidad del humo, la temperatura, etc.). Es el punto donde termina la evacuación.

Momento de circulación peatonal (PxT): Producto de la intensidad media de usuarios (P) y trenes (T) que atraviesan diariamente el cruce entre andenes.

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.

Obra de paso: Toda estructura que permita salvar una discontinuidad en el trazado ferroviario. Incluye puentes, pasos inferiores y obras de drenaje transversal.

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: A los efectos de la presente Instrucción, 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 libro tercero). 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.

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.A.E.T.: Puesto de adelantamiento y estacionamiento de trenes.

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 IEC 60331-1).

El criterio de comportamiento es la continuidad del suministro de energía eléctrica.

Paso a nivel: Cualquier intersección a nivel entre una carretera o camino y un ferrocarril, reconocida por el administrador de infraestructuras y abierta a usuarios públicos o privados. Se consideran dentro del paso a nivel los quince metros del camino existentes a ambos lados de la vía.

No se considerarán pasos a nivel las intersecciones de carreteras o caminos con líneas ferroviarias cuando aquéllas se produzcan dentro de zonas industriales o portuarias o en los accesos a las mismas, conforme a lo establecido en los apartados 8 y 9 del artículo 8 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.

Tampoco tendrán la consideración de pasos a nivel las intersecciones de los viales internos con las instalaciones de servicio dentro de las terminales de transporte de mercancías.

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). 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).

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).

Pasos superiores: Estructuras para establecer cruces a distinto nivel que dan continuidad a viales (autovías, carreteras, calles, vías pecuarias, pasos de fauna, etc.) o servicios sobre las vías ferroviarias. También se consideran pasos superiores las estructuras tipo túnel que crean un confinamiento de las vías en una longitud inferior a 50 metros.

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 cotas entre los dos carriles en una sección transversal de la vía, medidas en los puntos medios de las cabezas de ambos carriles.

Personal a bordo del tren: El formado por la tripulación del tren y según que trenes, el personal auxiliar.

Piquete de vía: Señal que indica la posición límite donde debe detenerse la cabeza del tren delante de un desvío o semiescape por el lado del talón, para que sea compatible su posición con la circulación del tren por la otra vía.

Placa de asiento: Elemento resistente que se dispone entre el carril y la traviesa 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.

La Norma Básica de Autoprotección (Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo) 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) (anexo II de la presente Orden) y los apartados 4.1.4.9 y 4.3.2.2 del libro tercero.

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: Conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento (Norma UNE-EN 13306:2018).

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): A los efectos de la presente Instrucción se considera la 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 libro tercero 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).

Promotor: Entidad contratante, según se define en el anexo I del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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).

Puente: Obra de paso de una luz superior a 10 m, y que soporta la vía férrea.

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).

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 libro tercero, 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 n.º 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 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 libro tercero.

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 e independiente 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 de acuerdo con un horario planificado, excluyendo los servicios extraordinarios.

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.

Travesía de ancho polivalente: Travesía diseñada para ajustar el carril en más de una posición, con el fin de permitir, en cada una, un ancho de vía distinto.

Travesía de ancho mixto: Travesía diseñada para incluir tres carriles que permiten disponer dos anchos de vía.

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, 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 50 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 con el 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).

Viaducto: Sinónimo de puente. Término más utilizado en el ámbito ferroviario de alta velocidad.

Viajeros: A los efectos del apartado 4.1.4.9 del libro tercero, 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 vía y que puede afectar de forma adversa a la seguridad de la circulación de los trenes.

Vigilancia: Conjunto de actividades encaminadas a conocer el estado de seguridad estructural y funcionalidad de los elementos de la infraestructura ferroviaria, así como su evolución con el paso del tiempo.

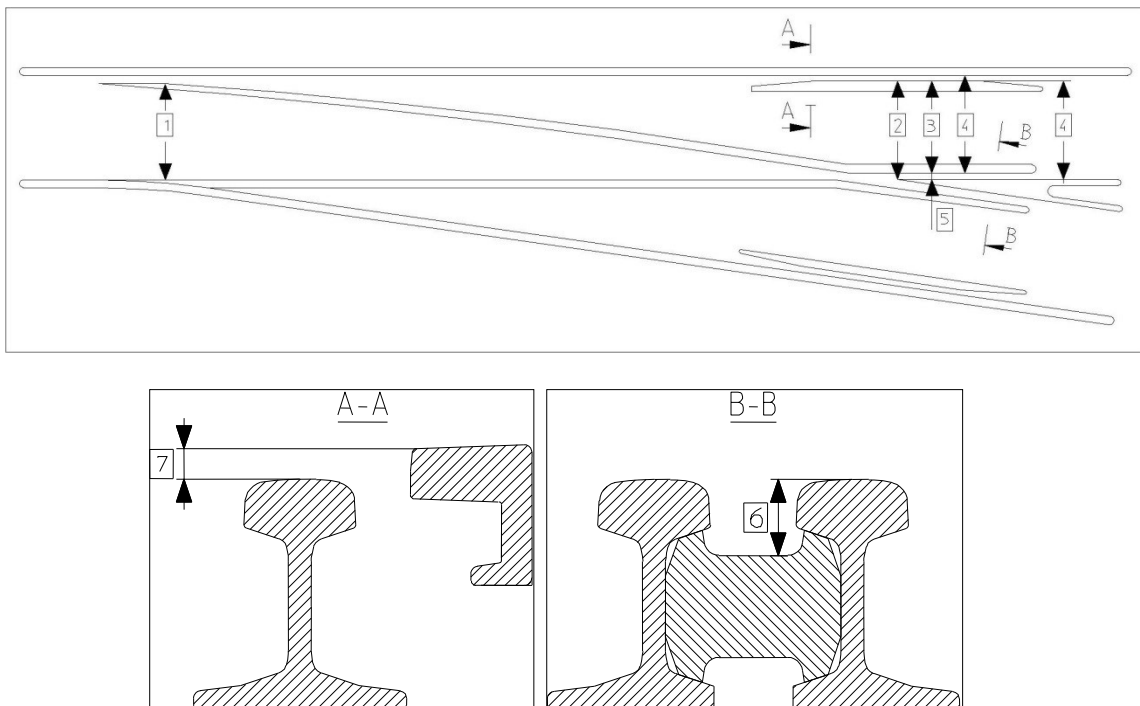
Zona de peligro: Banda contigua y paralela al borde del andén, donde los viajeros pueden ser afectados por los efectos aerodinámicos adversos generados por el paso de los trenes. En esta zona no deben permanecer los viajeros cuando los trenes llegan o pasan.

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 y que conduce a un lugar seguro final.

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 sobre la superficie de rodadura del carril adyacente.

APÉNDICE 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 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) 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, 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.1 Reglamentación contemplada en la instrucción IFI

Cuadro B.1 Reglamentación contemplada en la Instrucción IFI

| Norma | Título |
|---|--|
| Directiva (UE) 2016/797, de 11 de mayo de 2016. | 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. |
| Decisión 1692/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 1996. | Decisión 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 de transporte. |
| Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002. | Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. |
| ETI de Control-Mando y Señalización (Reglamento (UE) 2016/919 de la Comisión, de 27 de mayo de 2016). | Reglamento (UE) 2016/919 de la Comisión, de 27 de mayo de 2016, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea. |
| ETI de Explotación y Gestión del tráfico (Reglamento (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019). | Reglamento de Ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, relativo a la especificación técnica de interoperabilidad correspondiente al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2012/757/UE. |
| ETI de Infraestructura (Reglamento (UE) 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014). | Reglamento (UE) 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativo a las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema «infraestructura» en el sistema ferroviario de la Unión Europea. |
| ETI de Seguridad en Túneles Ferroviarios (Reglamento (UE) 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre). | 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. |
| ETI de Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida (Reglamento (UE) 1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014). | 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. |
| ETI de Material Rodante de Alta Velocidad (Decisión 2008/232/CE de la Comisión, de 21 de febrero de 2008). | 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. |
| Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) (anexo II de la presente Orden). | Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE). |
| Ley 38/2015, de 29 de septiembre. | Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario. |
| Orden FOM/1269/2006, de 17 de abril de 2006. | 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). |
| Resolución de 10 de julio de 2009, de la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias (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". |

| Norma | Título |
|---|--|
| Orden FOM 2872/2010, de 5 de noviembre. | 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. |
| Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio). | Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos". |
| Orden TMA/576/2020, de 22 de junio. | 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)". |
| Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre. | 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. |
| Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo (RIPCI). | Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. |
| Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. | Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. |
| Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre. | Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre. |
| Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. | Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. |
| Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (CTE). | Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. |
| Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo. | Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado. |
| Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo. | 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. |
| Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre. | 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. |
| Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre. | 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. |
| Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre. | 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. |
| Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre. | 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. |
| Real Decreto 664/2015, de 17 de julio. | Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria. |
| Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre. | Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias. |
| Real Decreto 470/2021, de 29 de junio (código estructural). | Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. |
| Recomendación 2003/613/CE de la Comisión, de 6 de agosto de 2003. | Recomendación 2003/613 de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes. |

| Norma | Título |
|---|--|
| Recomendación 2014/881/UE de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014. | 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. |
| Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011. | 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 de Ejecución (UE) 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 y por el que se deroga el Reglamento (CE) 352/2009. |
| Reglamento (UE) 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013. | Reglamento (UE) 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, y por el que se deroga la Decisión 661/2010/UE. |
| Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, de 1 de julio de 2015. | 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. |
| Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019. | Reglamento de Ejecución (UE) 2019/777 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, sobre las especificaciones comunes del registro de la infraestructura ferroviaria y por el que se deroga la Decisión de Ejecución 2014/880/UE. |

B.2 Referencias normativas de la instrucción IFI

Cuadro B.2 Referencias normativas de la Instrucción IFI

| Norma | Título |
|---|--|
| ISO 834-1:1999. ISO 834-1:1999/Corr 1:2012. ISO 834-1:1999/Corr 2:2021. | Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements. |
| UNE-EN 13823:2012+A1:2016. | Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo. |
| UNE-EN ISO 11925-2:2011. | Ensayos de reacción al fuego. Inflamabilidad de los productos cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. (ISO 11925-2:2020). |
| ISO 3864-1:2011. | Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings. |
| UIC 779-11:2005 (2.ª edición). | Determination of railway tunnel cross-sectional areas on the basis of aerodynamic considerations. |
| UNE 23033-1:2019. | Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Parte 1: Señales y balizamiento de los sistemas y equipos de protección contra incendios. |
| UNE 23034:1988. | Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación. |
| UNE 23035-1:2003. | Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación. |
| UNE 23035-2:2003. | Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización. |
| UNE 23035-3:2003. | Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes. |
| UNE 23035-4:2003. | Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación. |
| UNE 48250:1992. | Pinturas y barnices. Resistencia a la abrasión. Método Taber. |
| UNE-EN 54-1:2022. | Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción. |

| Norma | Título |
|------------------------------|---|
| UNE-EN 1125:2009. | Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia accionadas por una barra horizontal. Requisitos y métodos de ensayo. |
| UNE-EN 1363-1:2021. | Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 1363-2:2000. | Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales. |
| UNE-EN 1364-1:2019. | Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 1: Paredes. |
| UNE-EN 1364-2:2019. | Resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 2: Techos. |
| UNE-EN 1366-1:2016+A1:2021. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 1: Conductos de ventilación. |
| UNE-EN 1366-3:2011. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 3: Sellantes de penetración. |
| UNE-EN 1366-4:2022. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 4: Sellados de juntas lineales. |
| UNE-EN 1366-5:2022. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 5: Conductos horizontales y verticales de servicios. |
| UNE-EN 1366-6:2005. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 6: Pavimentos elevados registrables y pavimentos huecos. |
| UNE-EN 1366-8:2005. | Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio. Parte 8: Conductos para extracción de humo. |
| UNE-EN ISO 9239-1:2011. | Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. (ISO 9239-1:2010). |
| UNE-EN 10217-1:2019. | Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado soldados eléctricamente y soldados por arco sumergido con características especificadas a temperatura ambiente. |
| UNE-EN 10255:2005/A1:2008. | Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro. |
| UNE-EN 12101-3:2016. | Sistemas de control de humo y calor. Parte 3: Especificación para aireadores mecánicos de control de humo y calor (Ventiladores). |
| UNE-EN 12101-7:2013. | Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 7: Secciones de conducto de humo. |
| UNE-EN 12663-1:2011/A1:2015. | Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 1: Locomotoras y material rodante de viajeros (y método alternativo para vagones de mercancías). |
| UNE-EN 12663-2:2011. | Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 2: Vagones de mercancías. |
| UNE-EN 13146-5:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Métodos de ensayo de los sistemas de fijación. Parte 5: Determinación de la resistencia eléctrica. (Versión consolidada). |
| UNE-EN 13231-1:2014. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Recepción de trabajos. Parte 1: Trabajos en vía sobre balasto. Plena vía y aparatos de vía. |
| UNE-EN 13232-3:2006/A1:2012. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Aparatos de vía. Parte 3: Requisitos para la interacción rueda/carril. |
| UNE-EN 13306:2018. | Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. |
| UNE-EN 13481-2:2012/A1:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Requisitos de funcionamiento para los conjuntos de sujeción. Parte 2: Conjuntos de sujeción para las traviesas de hormigón. |
| UNE-EN 13481-5:2012/A1:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Requisitos de funcionamiento para los conjuntos de sujeción. Parte 5: Conjuntos de sujeción para vía en placa sin balasto o vía con carril embutido en un canal. |
| UNE-EN 13501-1:2019. | Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. |
| UNE-EN 13501-2:2019. | Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación. |

| Norma | Título |
|---|---|
| UNE-EN 13501-3:2007/A1:2010. | Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 3: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de resistencia al fuego de productos y elementos utilizados en las instalaciones de servicio de los edificios: Conductos y compuertas resistentes al fuego. |
| UNE-EN 13501-4:2019. | Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 4: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de resistencia al fuego de componentes de sistemas de control de humo. |
| UNE-EN 13674-1:2012/A1:2018. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 1: Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m. |
| UNE-EN 13674-2:2020. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 2: Carriles para desvíos y cruzamientos utilizados con carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m. |
| UNE-EN 13848-1:2020. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía. |
| UNE-EN 13848-2:2021. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía. |
| UNE-EN 13848-3:2010. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 3: Sistemas de medición. Máquinas de construcción y de mantenimiento de la vía. |
| UNE-EN 13848-4:2012. | Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 4: Sistemas de medición. Dispositivos manuales y de bajo peso. |
| UNE-EN 14067-5:2007/A1:2011. | Aplicaciones ferroviarias. Aerodinámica. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo aerodinámicos dentro de túneles. |
| UNE-EN 14067-6:2019. | Aplicaciones ferroviarias. Aerodinámica. Parte 6: Requisitos y procedimientos de ensayo para la evaluación del viento cruzado. |
| UNE-EN 14363:2017/A1:2019. | Aplicaciones ferroviarias. Ensayos y simulaciones para la aceptación de las características dinámicas de los vehículos ferroviarios. Comportamiento dinámico y ensayos estáticos. |
| UNE-EN 15273-1:2013+A1:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Gálbos. Parte 1: Generalidades. Reglas comunes para infraestructuras y material rodante. |
| UNE-EN 15273-2:2013+A1:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Gálbos. Parte 2: Gálbos del material rodante. |
| UNE-EN 15273-3:2014+A1:2017. | Aplicaciones ferroviarias. Gálbos. Parte 3: Gálbo de implantación de obstáculos. |
| UNE-EN 15302:2009/A1:2011. | Aplicaciones ferroviarias. Método para la determinación de la conicidad equivalente. |
| UNE-EN 15528:2022. | Aplicaciones ferroviarias. Categorías de línea para la gestión de las interfaces entre límites de cargas de los vehículos y la infraestructura. |
| UNE-EN 15663:2018/A1:2019. | Aplicaciones ferroviarias. Masas de referencia de los vehículos. |
| UNE-EN 16507:2015. | Aplicaciones ferroviarias. Servicios en tierra. Equipo de repostaje de diésel. |
| UNE-EN 62262:2002. | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50122-1:2011. 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. | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos. |
| UNE-EN 50126-1:2018. | Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos. |
| UNE-EN 50200:2016. | Método de ensayo de la resistencia al fuego de cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia. |

| Norma | Título |
|----------------------------|--|
| UNE-EN IEC 60331-1:2020. | Ensayos para cables eléctricos en condiciones de fuego. Integridad del circuito. Parte 1: Método de ensayo de fuego con impacto a una temperatura de al menos 830 °C para cables de tensión asignada de hasta 0,6/1,0 kV inclusive y con un diámetro total superior a 20 mm. |
| UNE-EN 60529:2018/A1:2018. | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN ISO 6506-1:2015. | Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell. Parte 1: Método de ensayo. (ISO 6506-1:2014). |
| UNE-EN IEC 60268-16:2020. | Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 16: Evaluación objetiva de la inteligibilidad del habla mediante el índice de transmisión del habla. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en enero de 2021.). |

B.3 Otra documentación

- 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 201.

APÉNDICE C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

Este apéndice se refiere a la verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de infraestructura que se establecen en el capítulo 4 del libro tercero y en el capítulo 2 del 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 apéndice O 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 libro tercero, «Procedimientos particulares de evaluación del subsistema», y al apartado 6.2.5 del libro tercero, «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 Gálibo 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 (R). | X | X | 6.2.4.2.2 |
| 4.1.4.1.4.b) Radio mínimo de las alineaciones circulares en andenes (R). | X | n.a. | |
| 4.1.4.1.5 Radio mínimo de los acuerdos verticales (Rv). | 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 (D). | X | X | 6.2.4.2.2 |
| 4.1.4.2.3 Variación del peralte en función del tiempo (dD/dt). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 |
| 4.1.4.2.4 Variación del peralte respecto a la longitud (rampa de peralte) (dD/ds). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 |
| 4.1.4.2.5 Insuficiencia de peralte (I). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 6.2.4.2.3 |
| 4.1.4.2.6 Variación de la insuficiencia de peralte en función del tiempo (dI/dt). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 |
| 4.1.4.2.7 Exceso de peralte (E). | 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. | |
| 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 |
| 4.1.4.2.1 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 |

⁽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*.

| Parámetros que deben evaluarse | Fases de evaluación | | Procedimientos particulares de evaluación |
|---|---------------------|---|---|
| | Revisión del diseño | Montaje, antes de la puesta en servicio | |
| 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 |
| 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. | |
| 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 | 6.2.4.8.3 |
| 4.1.4.8.7 Detectores de cajas de grasa calientes. | X | n.a. | 6.2.4.8.4 |
| 4.1.4.9.1 Efecto pistón en las estaciones subterráneas. | X | 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*.

| Parámetros que deben evaluarse | Fases de evaluación | | Procedimientos particulares de evaluación |
|---|---------------------|---|---|
| | Revisión del diseño | Montaje, antes de la puesta en servicio | |
| 4.1.4.9.2 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 |
| 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 Aprovisionamiento 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 |
| 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. |

⁽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*.

| Parámetros que deben evaluarse | Fases de evaluación | | Procedimientos particulares de evaluación |
|---------------------------------------|---------------------|---|---|
| | Revisión del diseño | Montaje, antes de la puesta en servicio | |
| 4.6 Condiciones de seguridad y salud. | n.a. | n.a. | n.a. |
| 4.7 Registro de infraestructura. | n.a. | n.a. | n.a. |

⁽⁴⁾ 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 (R). | 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 (D). | X | X | 6.2.4.2.2 |
| O.1.4.2.3 Variación del peralte en función del tiempo (dD/dt). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 |
| 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) Insuficiencia de peralte (I). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 6.2.4.2.3 |
| O.1.4.2.6 Variación de la insuficiencia de peralte en función del tiempo (dI/dt). | X | n.a. | 6.2.4.2.2 |
| O.1.4.2.7 Exceso de peralte (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 |

⁽⁴⁾ 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*.

| Parámetros que deben evaluarse | Fases de evaluación | | Procedimientos particulares de evaluación |
|---|---------------------|---|---|
| | Revisión del diseño | Montaje, antes de la puesta en servicio | |
| 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 |
| 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 |
| O4.1.4.5.9 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. | |
| 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. | 6.2.4.8.4 |
| 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 |

⁽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*.

| Parámetros que deben evaluarse | Fases de evaluación | | Procedimientos particulares de evaluación |
|---|---------------------|---|---|
| | Revisión del diseño | Montaje, antes de la puesta en servicio | |
| O.1.4.9.5 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 | |
| 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. |
| 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*.

APÉNDICE D. REQUISITOS DE CAPACIDAD PORTANTE DE LAS ESTRUCTURAS EN FUNCIÓN DEL CÓDIGO DE TRÁFICO

Se incluyen en el presente apéndice 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, F1-1000, F2-1000 y F3-1000. 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⁾⁽⁴⁾ – Tráfico de viajeros

| Código de tráfico | Coches de viajeros (incluidos coches, furgones y portaaautos), así como vagones de mercancías ligeras ⁽²⁾ | Locomotoras y cabezas motrices ^{(2) (3)} | Unidades múltiples, unidades motrices y vehículos autopropulsados, eléctricos o diésel ⁽²⁾ |
|-------------------|--|---|---|
| P1000 | | A-100 | |

Cuadro D.2 Categoría de línea EN – Velocidad máxima asociada [km/h]⁽¹⁾⁽⁴⁾ – 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 libro tercero. 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, portaaautos); 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 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.

⁽⁴⁾ 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.

APÉNDICE 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 |
|--|-----------------------------|
| 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 A.1.a Puntos pendientes de la Instrucción IFI en las líneas de ancho ibérico y estándar europeo

| Apartado IFI | Cuestión pendiente |
|--|---|
| 4.1.4.6.c.3) Peralte. Apéndice F.4. Peralte | Los límites de actuación inmediata para el peralte, del valor medio al pico, en el caso de que existan estructuras. |
| 4.1.4.6.d) | Tolerancias de vía y de los aparatos de vía en fase de montaje, antes de la puesta en servicio para vía en placa. |
| O.4.c) | Coeficiente corrector (C_1) para el cálculo de la ocupación en los trenes en servicios de media y de larga distancia. Coeficiente corrector (C_2) para el cálculo de la ocupación en los trenes en servicios de cercanías. |

Cuadro E.2.b Cuestiones pendientes de la Instrucción IFI en las líneas de ancho métrico

| Apartado IFI | Cuestión pendiente |
|--------------|--|
| Apéndice F | Los límites de actuación inmediata (IAL). |
| N.1.2.2 | Longitud útil de andén y longitud permitida del tren. |
| N.1.4.1.4 b) | Radio mínimo en las vías adyacentes a los andenes. |
| N.1.4.1.5 | Radio mínimo de los acuerdos verticales. |
| N.1.4.2.2 b) | Peralte máximo en aparatos de vía. |
| N.1.4.2.5 b) | Discontinuidad en la insuficiencia de peralte en plena vía y en vía desviada de los aparatos de vía. |
| N.1.4.2.8 | Conicidad equivalente. |
| N.1.4.3.2 | Uso de corazones de punta móvil. |
| N.1.4.3.4 | Longitud máxima no guiada en corazones obtusos de punta fija. |
| N.1.4.6 | Límites de actuación inmediata. |
| N.1.4.7.2 | Longitud útil de andén. |
| N.1.4.7.6 | Separación de andén. |

| Apartado IFI | Cuestión pendiente |
|--------------|---|
| O.4.c) | Coeficiente corrector (C_1) para el cálculo de la ocupación en los trenes en servicios de media y de larga distancia. Coeficiente corrector (C_2) para el cálculo de la ocupación en los trenes en servicios de cercanías. |

APÉNDICE F. LÍMITES DE ACTUACIÓN INMEDIATA

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.6 del libro tercero:

En las siguientes tablas se indican los límites de actuación inmediata (IAL) 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 (IAL) 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.

F.1 Ancho de vía medio sobre 100 m

En el cuadro F.1 se indican los límites de actuación inmediata del ancho de vía medio sobre 100 m.

Cuadro F.1 Límites IAL para el ancho de vía medio sobre 100 m

| V (km/h) | Vía abierta (mm) | Vía cerrada (mm) |
|--------------------|------------------|------------------|
| $V \leq 80$ | N/A | -8 |
| $80 < V \leq 120$ | N/A | -7 |
| $120 < V \leq 160$ | N/A | -5 |
| $160 < V \leq 200$ | N/A | -5 |
| $200 < V \leq 230$ | N/A | -5 |
| $230 < V \leq 300$ | N/A | -3 |
| $300 < V \leq 350$ | N/A | -2 |

F.2 Ancho de vía o ancho pico

En el cuadro F.2 se indican los límites de actuación inmediata del ancho de vía o ancho pico, cuantificada por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico.

Cuadro F.2 Límites IAL para el ancho de vía o ancho pico

| Velocidad (km/h) | Ancho de vía cuantificado por la amplitud entre el valor nominal y el valor de pico (mm) | | | |
|--------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1.435 mm | | 1.668 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 |

F.3 Nivelación longitudinal

En el cuadro F.3 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 F.3 Límites IAL 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) |
|--------------------|-------------------------------------|
| $V \leq 80$ | + / - 28 |
| $80 < V \leq 120$ | + / - 26 |
| $120 < V \leq 160$ | + / - 23 |
| $160 < V \leq 200$ | + / - 20 |
| $200 < V \leq 230$ | + / - 20 |
| $230 < V \leq 300$ | + / - 16 |
| $300 < V \leq 350$ | + / - 14 |

F.4 Peralte

En el cuadro F.4 se indican los límites de actuación inmediata del peralte del valor medio al pico.

Cuadro F.4 Límites IAL del peralte del valor medio al pico (Nivelación transversal con filtrado D1)

| V (km/h) | Amplitud entre el valor medio del peralte y el valor pico D1(mm) |
|--------------------|--|
| $V \leq 80$ | + / - 15 |
| $80 < V \leq 120$ | + / - 12 |
| $120 < V \leq 160$ | + / - 10 |

| V (km/h) | Amplitud entre el valor medio del peralte y el valor pico D1(mm) |
|---------------|--|
| 160 < V ≤ 200 | + / - 9 |
| 200 < V ≤ 230 | + / - 7 |
| 230 < V ≤ 300 | + / - 6 |
| 300 < V ≤ 350 | + / - 5 |

F.5 Alineación

En el cuadro F.5 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 F.5 Límites IAL de la alineación para los valores máximos admisibles de cero a pico del rango D1

| V (km/h) | Alineación 3-25 m (mm) |
|---------------|------------------------|
| V ≤ 80 | + / - 22 |
| 80 < V ≤ 120 | + / - 17 |
| 120 < V ≤ 160 | + / - 14 |
| 160 < V ≤ 200 | + / - 12 |
| 200 < V ≤ 230 | + / - 12 |
| 230 < V ≤ 300 | + / - 10 |
| 300 < V ≤ 350 | + / - 8 |

APÉNDICE G. 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 libro tercero.

G.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 G.1.a se define la anchura útil mínima de andenes.

Figura G.1.a Anchura útil mínima de andenes de nueva construcción

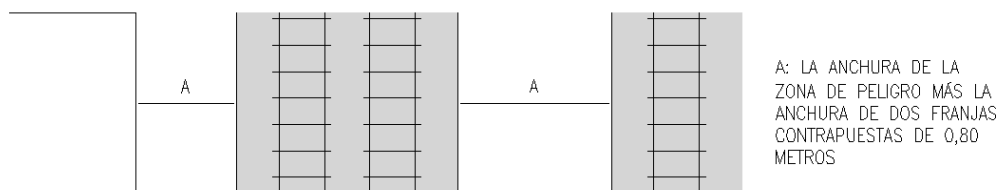
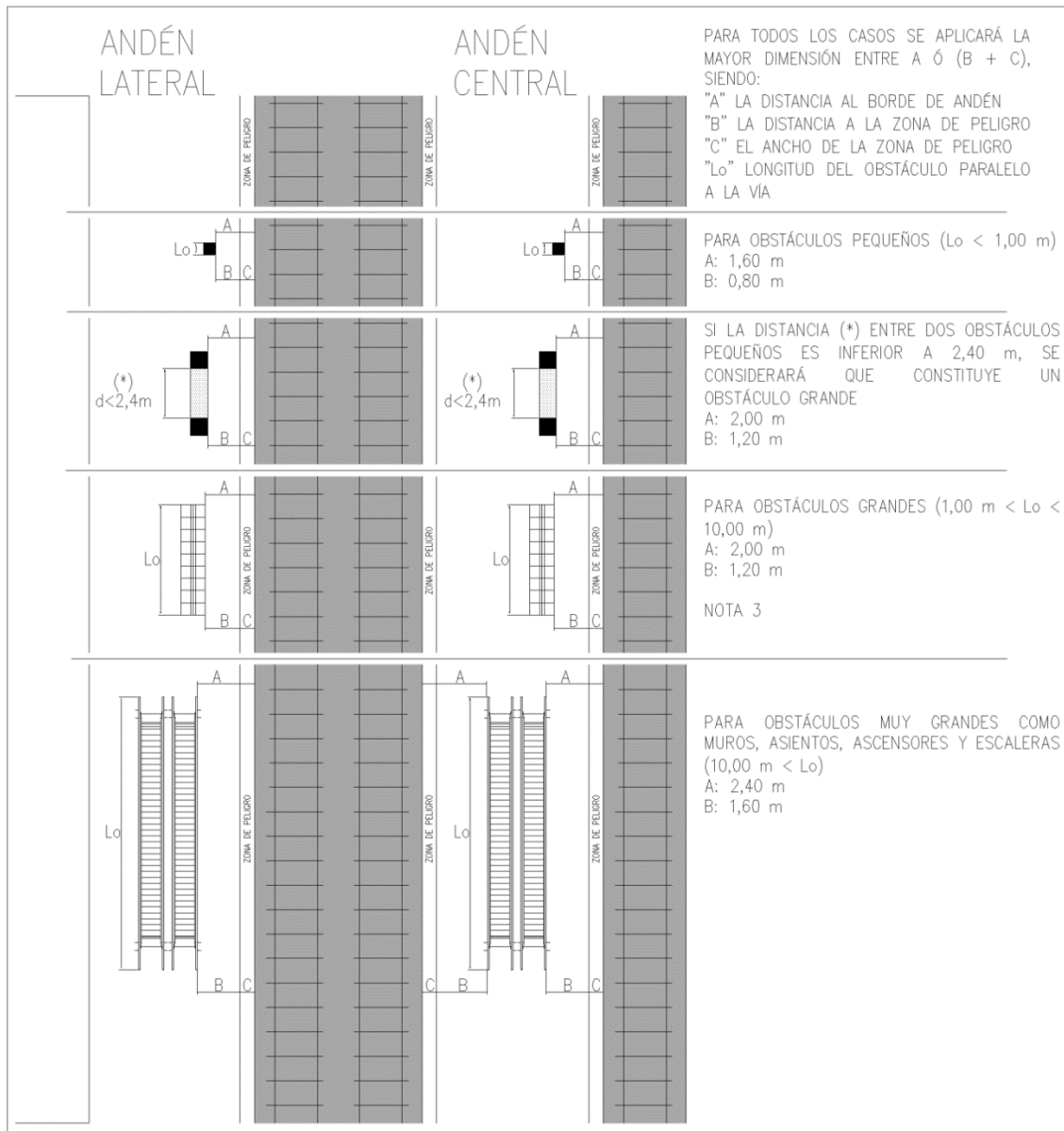


Figura G.1.b Distribución de obstáculos en los andenes



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 libro tercero.

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).

G.2 Señalética en andenes

G.2.1 Tipología de carteles.

A título informativo se incluyen posibles carteles, cuyo texto deberá incluirse asimismo en la lengua cooficial correspondiente en las estaciones donde proceda.

Figura G.2.a Carteles de prohibición del cruce de vías en estaciones sin cruce entre andenes, en boceses de andén, en paramentos verticales o expuestos



| | |
|--|--|
| Tipo 1 |  |
| Tipo 2 |  |
| <p>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 cartel se recojan los textos en todas las lenguas, admitiéndose la instalación de carteles con textos de forma secuencial, de modo que cada cartel recoja el texto en una lengua diferente alternando las mismas.</p> | |

Figura G.2.b Cartel de prohibición del cruce de vías en estaciones con cruce entre andenes, en boceses de andén, en paramentos verticales o expuestos



| | |
|--|--|
| Tipo 1 |  |
| |  |
| <p>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 cartel se recojan los textos en todas las lenguas, admitiéndose la instalación de carteles con textos de forma secuencial, de modo que cada cartel recoja el texto en una lengua diferente alternando las mismas.</p> | |

Figura G.2.c Cartel de prohibición de paso salvo personal autorizado en extremos de andén sin cruce entre andenes

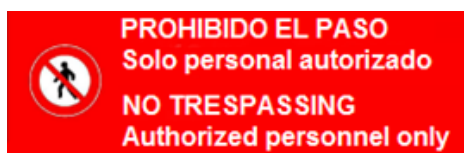


Figura G.2.d Cartel de prohibición de paso salvo personal autorizado o emergencias en extremos de andén con cruce entre andenes

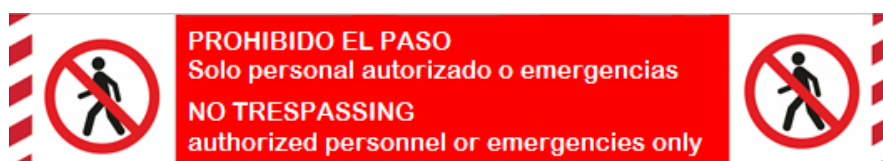


Figura G.2.e Carteles de paso habilitado para cruzar las vías

| | |
|--|---|
| <p>Cartel aplicable en las estaciones donde no se reduzca la visibilidad por la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose</p> |  |
| <p>Cartel aplicable en las estaciones donde se reduzca la visibilidad por la presencia de trenes detenidos, aproximándose o alejándose ⁽¹⁾</p> |  |
| <p>⁽¹⁾ En las estaciones donde proceda utilizar una lengua cooficial, el texto deberá incluirse únicamente en castellano y en dicha lengua.</p> | |

Figura G.2.f Cartel de advertencia a fin de permanecer fuera de la zona de peligro



G.2.2 Tamaño de los pictogramas.

Cuando se utilice marco, la dimensión menor de la superficie rectangular que encierra al pictograma se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Tamaño del marco (en mm)} = \frac{\text{Distancia de lectura (en mm)}}{250} \times 1,25$$

La menor de las dimensiones de cualquier pictograma será de 85 mm.

G.2.3 Tamaño de letra y contraste entre el carácter/pictograma y el fondo del cartel.

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 contraste entre el carácter/pictograma y el fondo del cartel se definen en la Guía de Aplicación de la ETI de accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

La altura del marco que ocupan las letras de los carteles se obtendrá en función de la distancia máxima de visualización con arreglo a la siguiente fórmula:

$$\text{Altura del marco que ocupan las letras del cartel (en mm)} \geq \frac{\text{Distancia de lectura (en mm)}}{250}$$

(por ejemplo: 10.000 mm/250 = 40 mm)

APÉNDICE H. COMBINACIONES DE CURVAS HORIZONTALES

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.4.1.4 del libro tercero:

En casos excepcionales, cuando existan variaciones bruscas de curvatura, serán de aplicación los requisitos establecidos en este apéndice.

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 H.2.2. Los elementos de vía pueden tener una curvatura constante (como en la figura H.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 libro tercero.

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).

H.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, a fin de que ambos puntos de tangencia puedan ser considerados independientemente.

La longitud límite del elemento intermedio, o de los elementos intermedios, entre dos variaciones bruscas de curvatura se define en los cuadros H.1 y H.2.

Cuadro H.1 Valores límite 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 $V/10$.

Cuadro H.2 Valores límite entre dos puntos de tangencia con variaciones bruscas de la curvatura (L_{slim}). Líneas de ancho métrico

| Longitud mínima entre puntos de tangencia de cambios bruscos de insuficiencia de peralte (m) | | |
|--|---------------|--------------------|
| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
| $V/3,5$ | | $V/5$ |

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

H.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.

H.2.1 Longitud del elemento (o elementos) intermedio(s) igual(es) o superior(es) al valor límite mínimo ($L_s \geq L_{slim}$)

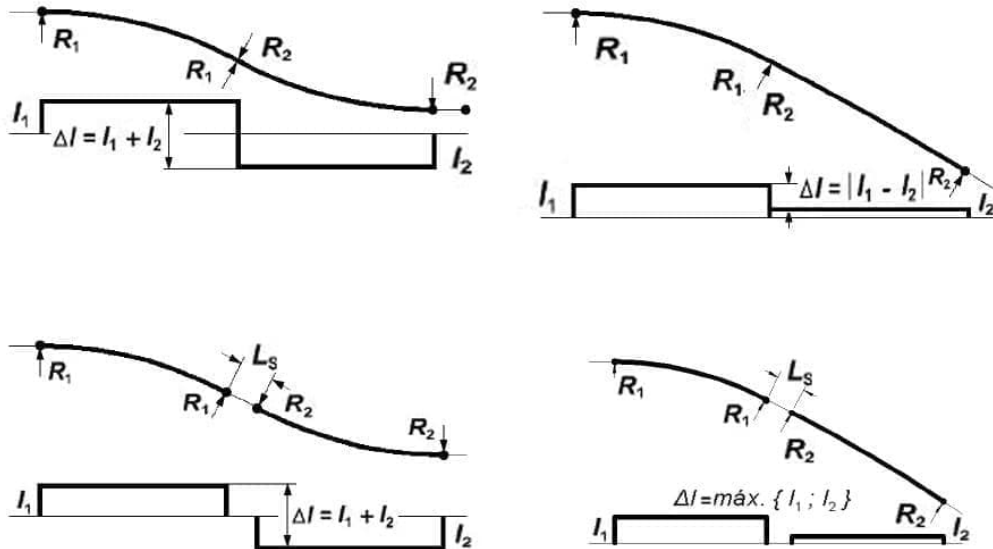
Si la longitud total del elemento (o los elementos) intermedio(s) es superior al valor límite ($L_s \geq L_{slim}$), los puntos de tangencia con variación brusca de curvatura deben ser considerados independientemente, y la variación brusca de la insuficiencia de peralte (Δl) para cada punto de tangencia debe verificar el valor límite establecido en el apartado 4.1.4.2.5, b) del libro tercero.

H.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 H.1, la velocidad máxima autorizada debe estar basada en las variaciones bruscas de la insuficiencia de peralte siguientes (véase la figura H.2.2), que deberán cumplir los límites definidos en el apartado 4.1.4.2.5.b del libro tercero:

- 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 H.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 Δl_i .

H.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 H.2.3.a y H.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 H.2.3.

Cuadro H.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) | |
|--------------------------------------|--|---|
| $R_{eq} \geq 106,4$ $R_{eq} \geq$ | $L = 0$ | |
| $R_{eq} <$ $R_{eq} < 106,4$ | $R_{eq} \geq 106,4 - 17,34 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ | $L = (R_1 + R_2) \cdot \sqrt{\frac{0,79}{R_1 \cdot R_2} \cdot (106,4 - R_{eq})}$ |
| | $R_{eq} \geq 106,4 - 17,33 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ | $L = (R_1 + R_2) \cdot \sqrt{\frac{0,79}{R_1 \cdot R_2} \cdot (106,4 - R_{eq})} + 0,016$ |
| | $R_{eq} < 106,4 - 17,33 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ | $L = 22,7 - \sqrt{\left(5,135 \cdot \frac{R_2}{R_1} - 1\right) \cdot (0,79) \cdot (R_1 - 106,4)} + 0,017$ |
| | $R_{eq} < 106,4 - 17,34 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ | $L = 22,7 - \sqrt{\left(5,135 \cdot \frac{R_2}{R_1} - 1\right) \cdot (0,79) \cdot (R_1 - 106,4)}$ |

$$\text{en donde } R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ [m]}, \quad \text{y} \quad R_2 \geq R_1.$$

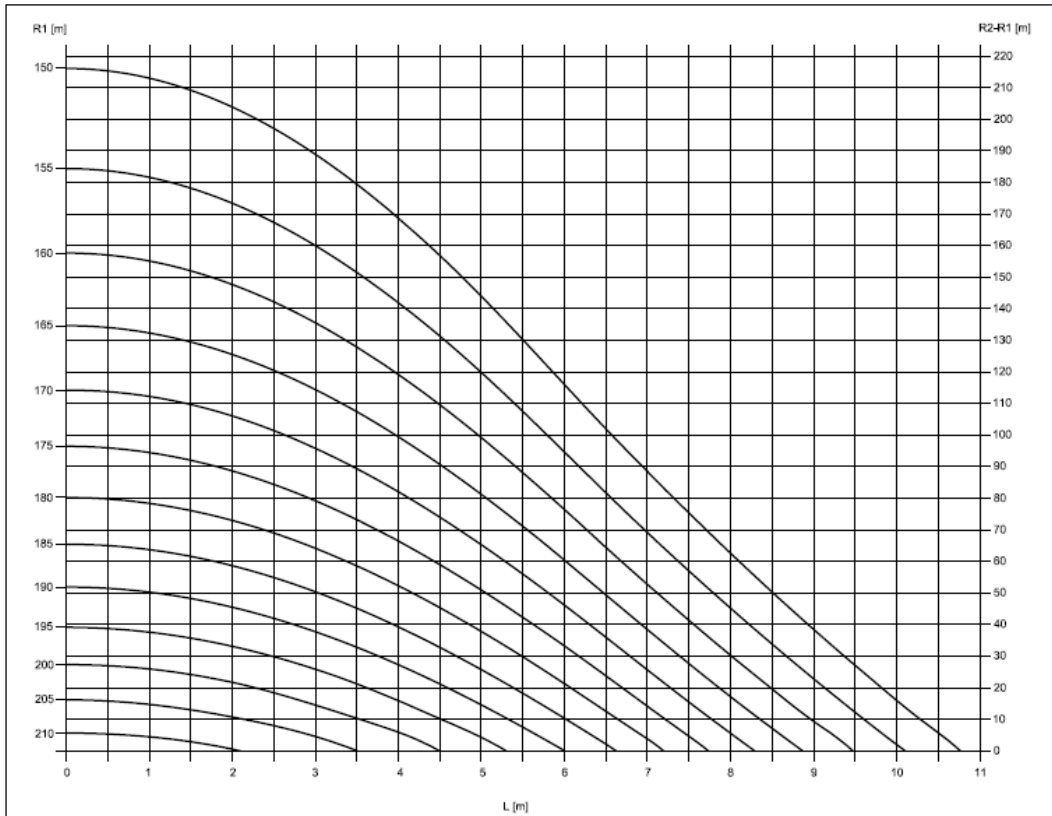
R_1 : Radio en metros de la curva de menor radio.

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 H.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 H.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 |

| R1 R2 | 150 | 155 | 160 | 165 | 170 | 175 | 180 | 185 | 190 | 195 | 200 | 205 | 210 | 215 | 220 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 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 |

Cuando 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.

APÉNDICE I. 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.

APÉNDICE J. 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 libro tercero:

A efectos informativos, en el presente apéndice se incluyen modelos de señalización de evacuación y emergencia en túneles.

Figura J.1 Señalización de evacuación



Figura J.2 Señalización de salidas



Figura J.3 Señalización informativa de emergencia

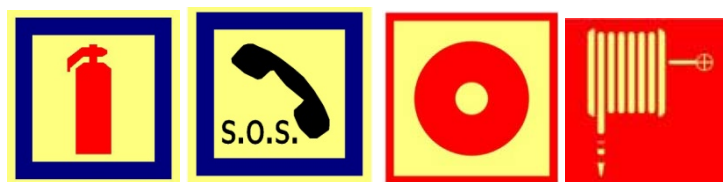
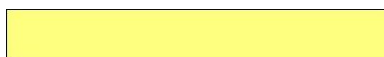


Figura J.4 Señalización Informativa adicional



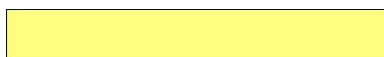
Figura J.5 Balizamiento de acero, continuo, en la contrahuella de las escaleras



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.

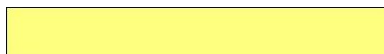
Figura J.6 Balizamiento continuo, de guiado, en paramentos verticales, con placa de acero



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 J.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.

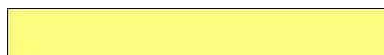
Figura J.8 Balizamiento de obstáculos, en paramentos verticales, de acero, continuo, barrado



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 J.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.

APÉNDICE K. 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 libro tercero:

K.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.

K.2 Objeto del apéndice

El objeto del presente apéndice 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.

K.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:

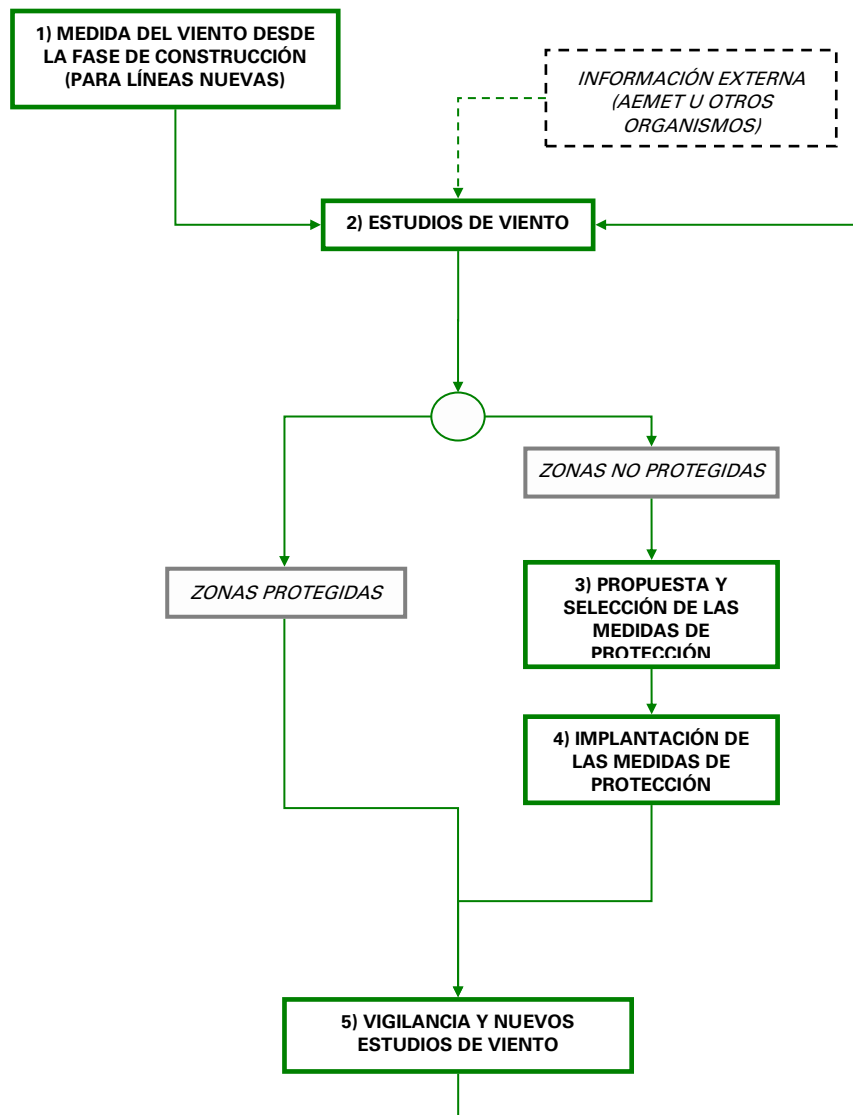
- 1) Protección pasiva, consistente en la instalación de pantallas de protección al viento lateral.
- 2) Protección activa, consistente en la regulación del tráfico ferroviario en base a la información obtenida de las estaciones meteorológicas situadas en el entorno de la infraestructura.

K.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 K.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.

K.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.

K.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)].

K.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.

K.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.

K.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.

K.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.

K.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.

APÉNDICE L. 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 libro tercero:

L.1 Objeto

Este apéndice 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 apéndice D, y los trenes especiales).

El contenido del presente apéndice 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.

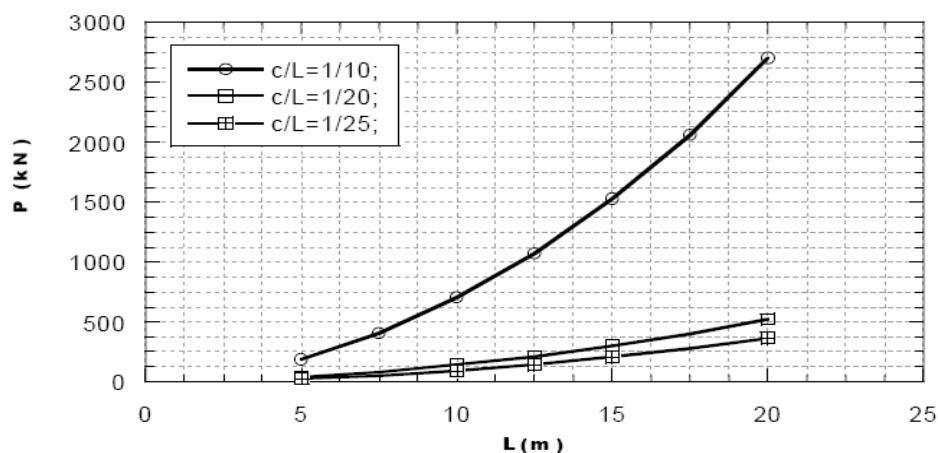
L.2 Datos previos

L.2.1 Consideraciones generales.

A la red definida en el ámbito de aplicación del apartado 1.1 del libro tercero 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 rara vez se encuentran referencias históricas a las sobrecargas a considerar en el proyecto de puentes de fábrica. Además, su respuesta estructural se hace a través de mecanismos resistentes y elementos estructurales diferentes a los utilizados actualmente de acuerdo con las normas en vigor.

Figura L.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.

L.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 Archivo Técnico de los puentes, 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.

L.3 Niveles de análisis

Se plantea en este apéndice 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 L.3 se sintetiza el *modus operandi* propuesto.

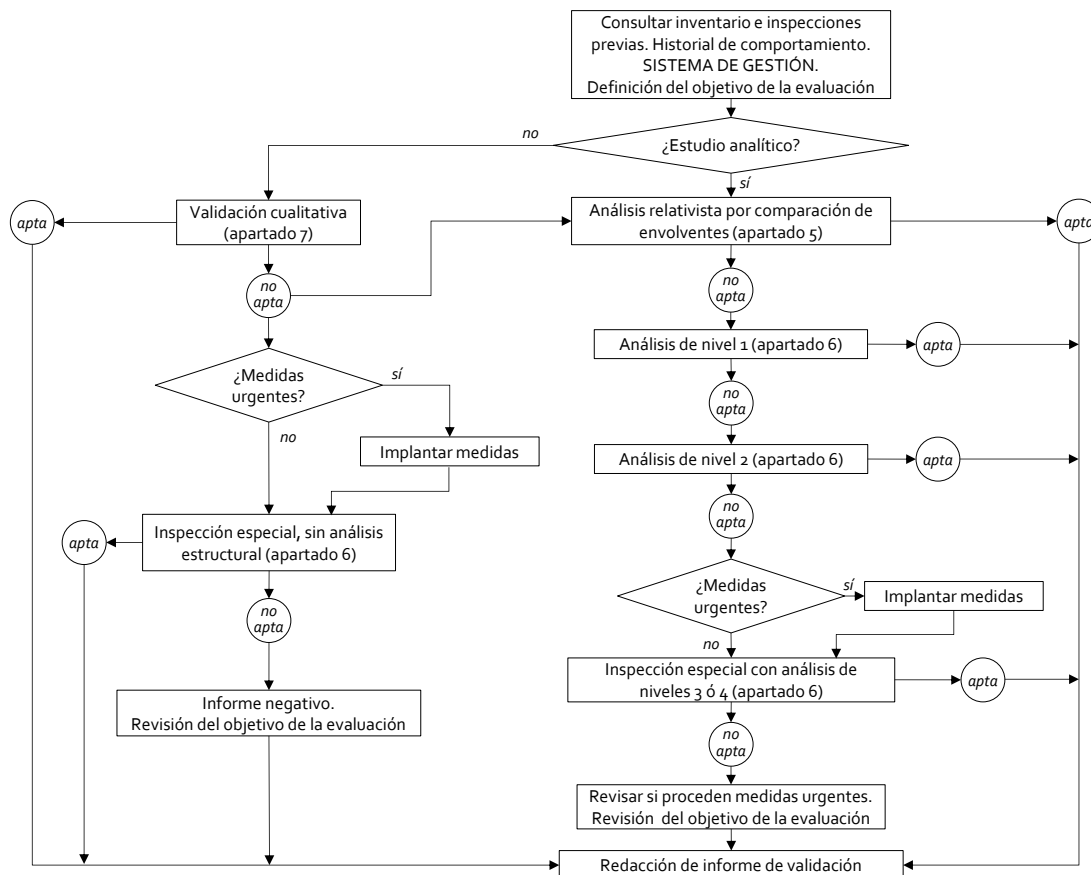
Así, se propone:

- 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 L.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 L.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 L.6.

Figura L.3 Organigrama propuesto para el proceso de comprobación de la aptitud estructural de una obra de paso existente



L.4 Aproximación inicial relativista, por comparación de los esfuerzos producidos al paso del tren de cargas vigente y el de referencia

L.4.1 Planteamiento del problema.

El proceso que debe seguirse para la estimación de la aptitud de paso de un cierto tren de cargas por los puentes ferroviarios existentes es el siguiente:

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 (L.2.2), o, en su caso, cuando se acondicionó el puente por reparación o refuerzo.

b) Recabar el índice de estado de los elementos estructurales (IEE), el índice de estado de la cimentación (IEC) del puente y el nivel de gravedad más alto de los daños

detectados ($N_{m\acute{a}x}$) en cada elemento de la obra de paso, resultado de la inspección principal.

Notas:

- El índice de estado de los elementos estructurales (IEE) es el nivel de gravedad más alto de los daños detectados en los elementos estructurales del puente.
- El índice de estado de la cimentación (IEC) es el nivel de gravedad más alto de los daños detectados en los elementos de la cimentación del puente.
- El nivel de gravedad del daño (N) es función del tipo de defecto, del elemento afectado y del estado de avance o extensión del defecto.

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 de los índices (IEE) o (IEC), o bien en función del nivel de gravedad del daño ($N_{m\acute{a}x}$) del elemento que se esté evaluando, según el caso.

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.

Los niveles de gravedad del daño (N) se definen en el cuadro L.4.1.

Cuadro L.4.1 Descripción de los niveles de gravedad del daño (N)

| Nivel de gravedad del daño | Descripción | Correlación con la clasificación de daños según la instrucción sobre inspecciones técnicas en los puentes de ferrocarril (ITPF-05) |
|----------------------------|---|--|
| N1 | Defectos sin repercusión en el comportamiento estructural, ni en la explotación ferroviaria, ni en la durabilidad o funcionalidad del elemento. | Clase 2 |
| N2 | Defectos sin repercusión en el comportamiento estructural, ni en la explotación ferroviaria, pero que menoscaban la durabilidad o funcionalidad del elemento. | Clase 2 |
| N3 | Defectos que evidencian una evolución patológica y pueden afectar a la seguridad estructural o a la explotación ferroviaria, o que afectan a terceros. | Clase 1 |
| N4 | Defectos que afectan a la seguridad estructural o a la explotación ferroviaria. Se requiere limitación de velocidad para mantener el nivel de seguridad. | Clase 1 |

L.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.

L.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:

$$S(tr) \leq \frac{(S(tp) - \Delta S_G) IN_i}{10}$$

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;

IN_i Coeficiente de reducción en función del nivel de gravedad del daño ($N_{m\acute{a}x}$) del elemento que se esté evaluando en cada momento (pilas, estribos, tablero, etc.). En el caso de que se esté llevando a cabo una comprobación donde entren en juego los diferentes elementos estructurales del puente, por ejemplo, una comprobación frente a cargas longitudinales de frenado y arranque, se empleará como referencia el índice (IEE). En el caso de que se esté analizando la cimentación, se empleará como referencia el índice (IEC).

El coeficiente IN_i tomará un valor de 0.90 cuando el valor de $N_{m\acute{a}x}$, IEE o IEC sea N2, y 0.80 cuando el valor sea N3.

Por otra parte, este procedimiento solo es válido para puentes que no tengan en ninguno de sus elementos un nivel de gravedad del daño N4. En estos casos, no se puede emplear este procedimiento simplificado.

Los puentes arco de fábrica no son susceptibles de este tipo de análisis de acuerdo a lo indicado en el apartado L.2.1 (su mecanismo resistente es muy particular y no se puede obtener el término $S(tp)$ al no haber normativa de referencia del momento de construcción de estas estructuras).

L.5 Análisis estructural progresivo

Si la estructura no ha sido declarada «apta» tras el análisis inicial relativista indicado en L.4, debe procederse progresivamente según se sintetiza en el cuadro L.5. El proceso se detiene, en su caso, en el nivel en que la estructura se declara «apta»:

Cuadro L.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 la reglamentación específica vigente para obra nueva. |
| 2 | Comprobación de la estructura para el tren de referencia correspondiente a la categoría de línea EN, conforme al apéndice D. 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. 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 L.5.2. |
| 3 | 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. |
| 4 | Aproximación sofisticada en forma de análisis no lineal, tridimensional, en un contexto de formato de comprobación probabilista. 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. |

L.5.1 Nivel 1. Trenes de carga envolventes para acciones del tráfico y formatos de seguridad de obra nueva, con la reglamentación específica vigente.

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 solicitaciones y el no paralelo crecimiento de las capacidades resistentes de la estructura existente.

L.5.2 Nivel 2. Trenes de carga de referencia para acciones del tráfico y formatos de seguridad ajustados a obras existentes, con materiales idealizados.

El formato es similar al del nivel 1, pero con dos diferencias importantes:

– Para las cargas verticales se utilizan los trenes de referencia aplicables a la categoría de línea según la norma UNE-EN 15528 en lugar de las envolventes (LM71, SW0...).

– Para las acciones horizontales de frenado, se obtendrán en función de la sobrecarga p de la categoría de línea según UNE-EN 15528; La fuerza de frenado máxima es igual a $2,5 \text{ m/s}^2 \times p \times L$ (deceleración máxima admisible \times carga repartida por unidad de longitud \times longitud del tablero), con $L \leq 300 \text{ m}$. La fuerza de arranque se obtendrá como $33 \text{ kN/m} \times L$, con $L \leq 30 \text{ m}$.

– Se utilizan coeficientes parciales de mayoración de las acciones γ_f y de minoración de las resistencias γ_m más adecuados que los correspondientes a obra nueva.

Los valores que se indican seguidamente pueden aplicarse sólo a estructuras para velocidades no superiores a 200 km/h. Para velocidades superiores puede ser necesario realizar un cálculo dinámico de la estructura.

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 combinaciones de acciones como se indica a continuación.

a) Grupos de carga para acciones de tráfico.

La simultaneidad de las cargas de tráfico ferroviario se considerará mediante los grupos de carga definidos en el cuadro L.5.2.1. Estos grupos de carga constituirán una única acción variable en las combinaciones con otras acciones distintas al tráfico.

Cuadro L.5.2.1 Grupos de carga para las acciones del tráfico

| Grupo de cargas | Carga vertical | Acciones longitudinales de arranque y frenado | Acciones transversales de fuerzas centrífuga y lazo |
|-----------------|----------------|---|---|
| 1 | 1,0 | 1,0 ^(a) | 0,5 ^(a) |
| 2 | 1,0 | 0,5 ^(a) | 1,0 ^(a) |

Notas: ^(a) En caso de que sean favorables, estos valores de acciones no dominantes deben considerarse iguales a cero.

Para puentes con dos o más vías, los grupos de cargas deberán tomarse para cada una de las vías.

b) Combinaciones de acciones.

Las combinaciones de acciones se tomarán como:

– Combinación de acciones fundamental (situaciones persistentes y transitorias).

$$S_d = \sum_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (\gamma_P P_k)$$

– Combinación de acciones extraordinaria (situaciones accidentales).

$$S_d = \sum_i G_{k,i} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k)$$

Siendo G_k las cargas permanentes, Q_k las acciones variables, P_k las acciones de pretensado, A_d las acciones accidentales, ψ_i los coeficientes de combinación y γ los coeficientes parciales de seguridad de mayoración de las acciones.

En el cuadro L.5.2.2 se indican los coeficientes de combinación ψ que deben usarse:

Cuadro L.5.2.2 Coeficientes de combinación ψ

| Acción | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|---|----------|----------|----------|
| Grupo de cargas 1 o 2, tráfico en una sola vía. | 0,80 | 0,80 | 0 |
| Grupo de cargas 1 o 2, tráfico en dos o más vías. | 0,80 | 0,70 | 0 |
| Cargas en paseos de servicio. | 0,80 | 0,50 | 0 |
| Viento. | 0,75 | 0,50 | 0 |
| Temperatura. | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

Para estructuras sometidas a acciones del tráfico con dos o más vías, se puede realizar un proceso de evaluación en dos pasos:

Paso 1: Las acciones del tráfico en dos o más vías se considerarán como:

- Una única acción variable, comprobando las estructuras bien como acción dominante o como acción variable acompañante.
- Si el resultado de la evaluación indica resistencia insuficiente, se seguirá el paso 2.

Paso 2: Para la situación en que las cargas de tráfico se consideran como la acción variable dominante en puentes cargados en más de una vía:

- El grupo de cargas 1 o 2 debe aplicarse en la vía más desfavorable como acción de tráfico dominante, con la acción del tráfico en la(s) otra(s) vía(s) como acción acompañante.

c) Coeficientes parciales de seguridad.

En el cuadro L.5.2.3 se definen los coeficientes parciales de mayoración de acciones para cada tipo de acción.

Cuadro L.5.2.3 Coeficientes parciales de mayoración de acciones γ_{fi} .

| Acción | Estado límite | Coeficientes parciales γ_{fi} (a) |
|---|---------------|--|
| Peso propio Acero. | ELU | 1,10 ^(b) |
| | ELS | 1,0 |
| Peso propio hormigón o fábrica. | ELU | 1,15 ^(c) |
| | ELS | 1,0 |
| Peso propio balasto (d), (e). | ELU | 1,50 ^(g) |
| | ELS | 1,2 |
| Peso propio vías (f). | ELU | 1,2 |
| | ELS | 1,0 |
| Peso propio de relleno bajo el balasto. | ELU | 1,2 |
| | ELS | 1,0 |
| Peso propio de otros elementos auxiliares. | ELU | 1,25 |
| | ELS | 1,0 |
| Carga vertical de tráfico del tren de referencia (categoría de línea UNE-EN 15528) (h). | ELU | 1,4 |
| | ELS | 1,1 |
| Arranque o frenado. | ELU ELS | 1,20 |
| | | 1,0 |
| Fuerzas centrífuga y lazo. | ELU ELS | 1,20 |
| | | 1,0 |
| Viento. | ELU | 1,1 |
| | ELS | 1,0 |
| Temperatura. | ELU | 1,1 |
| | ELS | 1,0 |
| Acciones accidentales. | ELU | 1,0 |

Notas:

(a) En los casos en que el administrador de infraestructuras tenga suficiente confianza en la precisión de los datos, los factores parciales de seguridad citados podrán ser determinados basándose en análisis probabilistas específicos para la vida residual de las estructuras y los modelos de cargas de tráfico aplicables.

(b) El valor citado implica una medición precisa y comprobación *in situ*, en caso de que esta sea sólo aproximada se tomará 1,20.

(c) El valor citado implica una medición precisa y comprobación *in situ*, en caso de que esta sea sólo aproximada se tomará 1,20.

(d) Se puede tomar $\gamma_{fi} = 1,35$ en ELU y $\gamma_{fi} = 1,1$ en ELS si la profundidad del balasto está controlada y limitada por la geometría de la estructura.

(e) El balasto situado 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.

(f) 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.

(g) El valor citado implica una medición precisa y comprobación *in situ*, en caso de que esta sea sólo aproximada se tomará 1,75.

(h) Para transportes excepcionales en los que se conoce con precisión y se controlan las cargas se considerarán los coeficientes parciales como en el caso de las acciones accidentales.

d) Resistencias.

Para la deducción de las capacidades resistentes R_d se pueden utilizar los criterios contenidos en la Instrucción de materiales estructurales (Real Decreto 470/2021, de 29 de Junio de 2021, por el que se aprueba el Código Estructural).

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_m \gamma_b}$$

Siendo:

- R_k , la resistencia característica (o nominal) del material objeto de comprobación.
- γ_m , coeficiente de minoración de resistencia correspondiente a la incertidumbre en las propiedades del material (cuadro L.5.2.4).
- γ_b , coeficiente de minoración de resistencia correspondiente al estado en que se encuentra el elemento estructural objeto de comprobación (cuadro L.5.2.5).

Cuadro L.5.2.4 Coeficientes de minoración de resistencia γ_m para comprobación de los ELU

| Tipo de elementos | Material | γ_m |
|------------------------|-----------------------------------|------------|
| Elementos metálicos. | Hierro forjado (Antes de 1900). | 1,2 |
| | Acero templado (Después de 1900). | 1,15 |
| | Aceros recientes (Desde 1935). | 1,10 |
| Elementos de hormigón. | Armaduras activas y pasivas. | 1,15 |
| | Hormigón en compresión. | 1,5 |
| | Hormigón en cortante. | 1,25 |
| | Adherencia hormigón - acero. | 1,40 |

Cuadro L.5.2.5 Coeficientes de minoración de resistencia γ_b para comprobación de los ELU

| Tipo de elementos | Estado del elemento | γ_b |
|------------------------|--|----------------------------------|
| Elementos metálicos. | Buenas condiciones, sin daños en el revestimiento ni pérdidas por corrosión. | 1,0 |
| | Superficie oxidada. | 1,03 |
| | Elemento oxidado y debilitamiento de la sección transversal. | $1,0 + 0,05 \frac{t}{30} > 1,05$ |
| | Comprobaciones sustentadas en la medida del área residual de la sección transversal. | 1,0 |
| Elementos de hormigón. | Comprobaciones sustentadas en el coeficiente IN_i definido en el apartado L.4.2.1. | $\frac{1}{IN_i}$ |

Nota: t = periodo de tiempo transcurrido desde la construcción o reparación/refuerzo del puente hasta la actualidad (años).

Para la comprobación de los ELS, se tomará $Y_b=1$ y $\gamma_m=1$, tanto para elementos de hormigón como para metálicos.

L.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 L.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 .

L.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.

L.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 solicitaciones 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.

L.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 L.5 y según lo recogido en la Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril vigente.

APÉNDICE M. 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).

El promotor de un nuevo paso superior llevará a cabo una evaluación y valoración del riesgo ante la caída de objetos de gran volumen y peso a las vías del ferrocarril conforme a los métodos comunes de seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013), para la dotación de las medidas de seguridad que resulten necesarias para el control y mitigación de los peligros identificados a un nivel aceptable, incluida la posible disposición de un sistema de detección automática de caída de objetos a la vía.

Los pasos superiores nuevos, así como los existentes situados en líneas que se acondicionen o mejoren, deberán dotarse de un sistema de detección automática de caída de objetos a la vía en los casos definidos en el artículo 63.4 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

Los sistemas de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructuras incluirán una metodología de evaluación y valoración del riesgo de los pasos superiores existentes ante la caída de objetos de gran volumen y peso a las vías del ferrocarril, debiéndose equipar con un sistema de detección automática de caída de objetos a la vía cuando el nivel de riesgo resultante así lo determine.

El sistema de detección de caída de objetos a la vía deberá ser capaz de discriminar el objeto por peso y por tamaño, pudiendo al menos detectar los objetos de más de 200 kg de peso y de volumen superior a un metro cúbico.

El sistema deberá enviar las alarmas a los centros de gestión y explotación del tráfico ferroviario (puestos de mando o estaciones) para su valoración y adopción de las medidas cautelares que contemple el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructuras. 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.

Centro de Control del administrador de la infraestructura.

Para la correcta gestión de las instalaciones de protección y seguridad de los túneles, los sistemas serán controlados a distancia mediante sistemas geográficos, desde los Centros de Control, 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, a través de Tren-Tierra o GSM-R, 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 de 5 minutos de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.3.2.1 del libro tercero.

APÉNDICE N. APLICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CAPÍTULO 4 A LAS LÍNEAS DE ANCHO MÉTRICO

En el presente apéndice se definen para cada uno de los apartados del capítulo 4 del libro tercero 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.

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 N.1 a N.6 del presente apéndice:

- En los parámetros en los que se establecen normas nacionales se hace una referencia al libro segundo del presente apéndice.
- Siempre que se establecen instrucciones adicionales para las cuestiones pendientes de los requisitos de los parámetros definidos en las ETI, se indican en letra cursiva que la instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado correspondiente de la ETI.
- Siempre que se establecen instrucciones adicionales para requisitos de parámetros incluidos en las ETI, se indican 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 identifican 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.

N.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.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 F1-1000, F2-1000 y F3-1000 para tráfico de mercancías.

En los cuadros N.1.2.1.a y N.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, F1-1000, F2-1000 y F3-1000. 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 apéndice D.

Cuadro N.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 N.1.2.1.b Valores de los parámetros característicos carga por eje admisible y velocidad de la línea para los códigos de tráfico F1-1000, F2-1000 y F3-1000

| 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 del libro tercero (con la excepción de que el factor alfa es igual a 0,91) y para las estructuras existentes en el apartado 4.1.4.5.9 del libro tercero.

⁽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.

N.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.

N.1.3 Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de infraestructura (4.1.3).

Es de aplicación el apartado 4.1.3 del libro tercero.

N.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 libro tercero.
Los valores especificados de los parámetros funcionales y técnicos sólo son válidos hasta una velocidad máxima de la línea de 100 km/h.

N.1.4.1 Trazado de las líneas (4.1.4.1).

Es de aplicación el apartado 4.1.4.1 del libro tercero.

N.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.

N.1.4.1.2 Distancia entre ejes de vía (4.1.4.1.2).

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.

N.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 mismas 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, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar y comunicación a la Autoridad Ferroviaria, se requiere la aprobación expresa del administrador de infraestructuras o mediante aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en la aprobación correspondiente.

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 libro tercero.

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

N.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.

N.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.

N.1.4.2 Parámetros de vía (4.1.4.2).

N.1.4.2.1 Ancho de vía (4.1.4.2.1).

a) Ancho de vía nominal.

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.

b) Ancho de vía en curvas de radio reducido.

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

Las curvas deben tener los anchos reflejados en el cuadro N.1.4.2.1.

Cuadro N.1.4.2.1 Ancho en curvas de radio reducido.

| Radio (m) | Ancho de vía (mm) |
|--------------------|-------------------|
| $R \geq 200$ | 1000 |
| $200 > R \geq 150$ | 1005 |
| $150 > R \geq 125$ | 1010 |
| $125 > R \geq 100$ | 1015 |
| $100 > R \geq 90$ | 1020 |

El ancho de vía reflejado en el cuadro N.1.4.2.1 es un valor mínimo, que podrá incrementarse hasta en 5 mm si los componentes de vía disponibles para su incremento (travesía, placa acodada, etc.) no permitieran obtener el valor exacto de la tabla.

En el caso de desvíos con curvas de radio equivalente de la vía desviada inferior a 200 m, se aplicará el sobreaño del cuadro N.1.4.2.1 si bien podrá ajustarse en función de las disponibilidades tecnológicas y de diseño de los aparatos.

N.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. 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 N.1.4.2.2.

Cuadro N.1.4.2.2 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 |
| 0 | 60 | 100 | 60 |

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.

N.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:

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

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 se limitará a los valores recogidos en el cuadro N.1.4.2.3.

Cuadro N.1.4.2.3 Valores límite de la variación del peralte en función del tiempo (dD/dt)

lim

Variación del peralte en función del tiempo (mm/s)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 35 | | 45 |

N.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 desarrollo del peralte (m).

Los límites de la rampa de peralte se recogen en el cuadro N.1.4.2.4.

Cuadro N.1.4.2.4 Valores límite de la rampa de peralte (dD/ds)_{lim}

Rampa de peralte (mm/m)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 2 | | 2,5 |

N.1.4.2.5 Insuficiencia de peralte (4.1.4.2.5).

a) Insuficiencia de peralte en plena vía y en vía directa a través de aparatos de vía (a_i).

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.

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:

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

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/s^2)
 D : Peralte de la curva (mm)
 L : Distancia entre los círculos de rodadura (mm).

El peralte de equilibrio es aquel para el que la aceleración no compensada sería nula:

$$D_{EQ} = q_E \frac{V^2}{R}$$

siendo:

q_E : Coeficiente del peralte de equilibrio, igual a $8,299 \text{ mm}\cdot\text{m}\cdot\text{h}^2/\text{km}^2$.

La diferencia entre el peralte de equilibrio y el peralte aplicado es la insuficiencia de peralte, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I = D_{EQ} - D = q_E \frac{V^2}{R} - D$$

b) Variación brusca de la insuficiencia de peralte en plena vía y en vía desviada de los aparatos de vía (ΔI).

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.4.4 de la ETI de infraestructura.

N.1.4.2.6 Variación de la insuficiencia de peralte en función del tiempo (da/dt) (4.1.4.2.6) (*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:

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

Dicha variación expresada en función de la insuficiencia de peralte deberá satisfacer la siguiente ecuación:

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

siendo:

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

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

ΔI : Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo (mm).

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 insuficiencia de peralte.

Los límites para la variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo se recogen en el cuadro N.1.4.2.6.1 a título informativo, para el diseño

deberán utilizarse los límites de insuficiencia de peralte incluidos en el cuadro N.1.4.2.6.2.

Cuadro N.1.4.2.6.1 Valores límite de la variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(da_i/dt)_{lim}$

Variación de la aceleración por insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(da_i/dt)_{lim}$ (m/s³)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 0,36 | | 0,65 |

Los correspondientes límites en términos de insuficiencia de peralte se recogen en el cuadro N.1.4.2.6.2.

Cuadro N.1.4.2.6.2 Valores límite de la variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(dl/dt)_{lim}$ (mm/s)

Variación de la insuficiencia de peralte con respecto al tiempo $(dl/dt)_{lim}$ (mm/s)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 40 | | 60 |

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

N.1.4.2.7 Exceso de peralte (E) (4.1.4.2.7) (*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 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 diferencia entre el peralte aplicado y el peralte de equilibrio es el exceso de peralte, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = D - D_{EQ} = D - q_E \frac{V^2}{R}$$

siendo:

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

R : Radio de la alineación circular (m).

D : Peralte de la curva (mm)

q_E : Coeficiente del peralte de equilibrio, igual a $8,299 \text{ mm.m.h}^2/\text{km}^2$.

Los límites para la aceleración por exceso de peralte se recogen en el cuadro N.1.4.2.7.1 a título informativo, para el diseño deberán utilizarse los límites de exceso de peralte incluidos en el cuadro N.1.4.2.7.2.

Cuadro N.1.4.2.7.1 Valores límite de la aceleración por exceso de peralte

Aceleración por exceso de peralte (m/s^2)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 0,55 | 0,65 | 0,74 |

Los correspondientes límites en términos de exceso de peralte se recogen en el cuadro N.1.4.2.7.2.

Cuadro N.1.4.2.7.2 Valores límite de exceso de peralte

Exceso de peralte (mm)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 60 | 70 | 80 |

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

N.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.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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:

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

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

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:

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

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 N.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 N.1.4.2.11 Longitud mínima de peralte constante entre transiciones lineales de peralte

Longitud de peralte constante entre transiciones lineales de peralte (m)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| V/3 ⁽¹⁾ | V/3 | V/5 |

⁽²⁾ 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.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado H.1 del apéndice H.

N.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 N.1.4.2.12 a.

Cuadro N.1.4.2.12 a Longitud mínima de alineaciones con pendiente constante

Longitud de alineaciones con pendiente constante (m)

| Límite de referencia | Límite normal | Límite excepcional |
|----------------------|---------------|--------------------|
| V/2 ⁽¹⁾ | V/3 | V/5 |

⁽²⁾ 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 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 N.1.4.2.12 b.

Cuadro N.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 ≤ 70 km/h | 0 |
| | 70 < V ≤ 100 km/h | 10 |

N.1.4.3 Aparatos de vía (4.1.4.3).

N.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 libro tercero.

N.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.

N.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).

N.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.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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.

N.1.4.7 Andenes (4.1.4.7).

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.7 del libro tercero.

N.1.4.7.1 Acceso al andén (4.1.4.7.1) (parámetro no incluido en la ETI de infraestructura).

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

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.

N.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.

N.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 libro tercero. Adicionalmente se consideran las siguientes instrucciones adicionales:

En el caso de que la velocidad máxima permitida de paso de los trenes de mercancías por las estaciones sea igual o inferior a 90 km/h podrá adoptarse un ancho de la zona de peligro de 600 mm.

Se garantizará la existencia de un refugio ante posibles caídas de personas a la vía, bien mediante un hueco bajo el borde del andén o bien aumentando el entreaje.

N.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 libro tercero.

N.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.

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.3 de la ETI de infraestructura:

Andenes existentes:

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, podrán aplicarse las siguientes condiciones de manera justificada y garantizando que la diferencia de altura resultante sea aceptable en términos de accesibilidad:

– Se permitirá la aplicación de alturas nominales de andén, a lo largo de toda su longitud, 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.

– Se permitirá la aplicación de otras alturas nominales de andén, a lo largo de toda su longitud, cuando para alcanzar la conformidad se precisen alteraciones estructurales de cualquier elemento portante.

N.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.

N.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 libro tercero.

N.1.4.8 Salud, Seguridad y Medio Ambiente (4.1.4.8).

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.1.4.8.3 Efecto de los vientos transversales (4.1.4.8.3).

La instrucción adicional es una cuestión pendiente en relación con el apartado 4.2.10.2 de la ETI de infraestructura.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.1.4.8.6 Levante de balasto (4.1.4.8.6).

No procede.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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.

N.1.4.9.2 Efecto pistón en los túneles. Requisitos de protección contra las variaciones de presión (4.1.4.9.2).

No procede.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero, a excepción del nivel del pasillo que estará situado a 0,80 m por encima de la cota del carril más próximo al pasillo de evacuación, salvo casos excepcionales debidamente justificados.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.1.4.9.13 Puntos de evacuación y rescate (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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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.

N.1.4.10 Disposiciones para la operación del tráfico ferroviario (4.1.4.10).

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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.

N.1.4.11.1 Instalaciones de cambio de ancho (4.1.4.11.1).

No procede.

N.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 libro tercero.

N.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.

Las instrucciones adicionales se definen en el apartado 4.1.4.11.3 del libro tercero.

N.1.4.11.4 Aprovisionamiento 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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.1.4.11.6 Tomas de corriente eléctrica (4.1.4.11.5)

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 4.1.4.11.5 del libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

N.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 libro tercero.

APÉNDICE O. 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 libro tercero.

O.1 Datos previos

Según lo definido en el artículo 3 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, 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.

La presente Instrucción no es de aplicación con carácter general 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, 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.

O.2 Objeto

El presente apéndice 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, incluyendo la ocupación de los andenes y de los trenes, que sirva como base para:

- El dimensionamiento de las rutas y recorridos destinados a la evacuación al que se refiere el apartado 4.1.4.8.5 del libro tercero.
- 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.

O.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.

– 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 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 apéndice A. Glosario y apartado 4.1.4.7.2 del libro tercero)

– Superficie útil de andén: Superficie de andén susceptible de ser ocupada por los viajeros esperando al tren, por lo que se excluye la zona de peligro definida en el apartado 4.1.4.7.3 del libro tercero.

O.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 tengan parada simultánea en la estación.

El cálculo de ocupación de andenes y de trenes podrá realizarse de forma conjunta a través de datos reales procedentes de conteos en horas punta. Si el valor de la ocupación resultara inferior a 1 persona/10 m², entonces se tomará 1 persona/10 m² como valor de la ocupación.

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 número de viajeros que pueden estar esperando simultáneamente en un andén en servicio normal, el cálculo de la ocupación podrá realizarse aplicando 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, mejora o acondicionamiento de estaciones existentes.

La ocupación de los andenes ($O_{\text{ANDÉN}}$) 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 número de viajeros que pueden estar esperando simultáneamente en el andén en condiciones de servicio normal.

– Ampliación, modificación, reforma, mejora o acondicionamiento 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 ($O_{\text{ANDÉN}}$).

c) Ocupación de los trenes.

La ocupación de los trenes (O_{TRENES}) tendrá en cuenta los distintos tipos de tráfico ferroviario que tengan parada simultánea en la estación, diferenciando entre servicios de cercanías y el resto de servicios de media y larga distancia (incluyendo los de Alta Velocidad). Su cálculo podrá realizarse aplicando la siguiente metodología:

$$O_{\text{TRENES}} = O_{\text{MLDIST}} * C_1 + O_{\text{CERC}} * C_2 \quad \text{Ocupación total de los trenes}$$

$$O_{\text{MLDIST}} = V_{\text{GEN,MLDIS}} * O_{\text{MÁXTREN}} \quad \text{Ocupación trenes en servicios de media y larga distancia}$$

$$O_{\text{CERC}} = V_{\text{GEN,CERC}} * O_{\text{MÁXTREN}} \quad \text{Ocupación trenes en servicios de cercanías}$$

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 ocupación susceptible de circular por ellas ($O_{\text{MÁXTREN}}$), de acuerdo con la documentación técnica del vehículo facilitada por la empresa ferroviaria que opere dicho tren.

El valor de los coeficientes correctores (C_1) y (C_2) es una cuestión pendiente.

ANEXO II

Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE)

ÍNDICE

LIBRO PRIMERO. CONSIDERACIONES GENERALES.

- a) Antecedentes legales.
- b) Objeto de la Instrucción.
- c) Ámbito de aplicación.
- d) Componentes de interoperabilidad.
- e) Verificación del subsistema.
- f) Estrategia de implementación.

LIBRO SEGUNDO. NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL ÁMBITO DE LA DIRECTIVA (UE) 2016/797.

1. INTRODUCCIÓN.
2. NORMAS NACIONALES.

2.1 GEOMETRÍA DE LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO.

LIBRO TERCERO. INSTRUCCIONES ADICIONALES Y OTROS ASPECTOS DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

1. CONTENIDO DEL PRESENTE LIBRO.
2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

- 2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.
- 2.2 PARTES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

3. REQUISITOS ESENCIALES.

- 3.1 INTRODUCCIÓN.
- 3.2 CLASIFICACIÓN.
- 3.3 VERIFICACIÓN.

4. INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

4.1 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS DEL SUBSISTEMA.

- 4.1.1 Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía.
- 4.1.2 Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía.

4.1.2.1 Alimentación eléctrica.

4.1.2.1.1 Tensión y frecuencia.

4.1.2.1.2 Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación.

4.1.2.1.2.1 Corriente máxima del tren.

4.1.2.1.2.2 Factor de potencia y tensión útil media.

4.1.2.1.3 Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo.

4.1.2.1.4 Frenado de recuperación.

4.1.2.1.5 Medidas de coordinación de la protección eléctrica.

4.1.2.1.6 Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.

4.1.2.1.7 Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

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.

4.1.2.2.1.1 Altura del hilo de contacto.

4.1.2.2.1.2 Desviación lateral del hilo de contacto.

4.1.2.2.1.3 Variación de la altura del hilo de contacto (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.1.4 Altura mínima de diseño ($HCW_{d,mín}$) y altura mínima ($HCW_{mín}$) del hilo de contacto ($HCW_{mín}$).

4.1.2.2.2 Gálibo del pantógrafo.

4.1.2.2.3 Fuerza de contacto estática (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.4 Fuerza de contacto media.

4.1.2.2.5 Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente.

4.1.2.2.6 Separación entre pantógrafos utilizada para el diseño de la línea aérea de contacto.

4.1.2.2.7 Material del hilo de contacto.

4.1.2.2.8 Secciones de separación de fases.

4.1.2.2.9 Secciones de separación de sistemas.

4.1.2.2.10 Calentamiento de los conductores.

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*).

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*).

4.1.2.2.13 Distancia entre conductores en paralelo (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.14 Dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.15 Sistemas de suspensión (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.16 Sistemas de compensación (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.17 Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos con otras catenarias (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.18 Disposición de los seccionamientos (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.2.19 Catenaria rígida (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.3 Sistema de captación de datos de energía situado en tierra.

4.1.2.4 Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos.

4.1.2.5 Túneles.

4.1.2.5.1 Segmentación de la línea aérea de contacto en los túneles.

4.1.2.5.2 Puesta a tierra de la línea aérea de contacto en los túneles.

4.1.2.6 Instalaciones de cambio de ancho (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.6.1 Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.7 Instalaciones de lavado bajo catenaria (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.8 Instalaciones en talleres con acceso a zona de pantógrafos (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.1.2.9 Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

4.2 ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DE LAS INTERFACES.

4.2.1 Material rodante.

4.2.2 Infraestructura.

4.2.3 Control-mando y señalización.

4.2.4 Explotación y gestión del tráfico.

4.2.5 Túneles.

4.2.6 Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

4.3 NORMAS DE EXPLOTACIÓN.

4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO.

4.5 COMPETENCIAS PROFESIONALES.

4.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.7 REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA.

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD.

5.1 LISTA DE COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD.

5.2 PRESTACIONES Y ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES.

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

6.1 COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD.

6.1.1 Procedimientos de evaluación de la conformidad.

6.1.2 Aplicación de los módulos.

6.1.3 Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad.

6.1.4 Procedimientos particulares de evaluación para el componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto».

6.1.5 Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad.

6.2 SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

6.2.1 Disposiciones generales.

6.2.1.1 Actuaciones en las que se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI).

6.2.1.2 Actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio (apartado no incluido en las ETI).

6.2.2 Aplicación de los módulos.

6.2.3 Soluciones innovadoras .

6.2.4 Procedimientos particulares de evaluación del subsistema.

6.2.4.1 Alimentación eléctrica.

6.2.4.1.1 Evaluación de la tensión útil media (4.1.2.1.2).

6.2.4.1.2 Evaluación de la corriente en reposo (4.1.2.1.3) (apartado no incluido en la ETI de Energía).

6.2.4.1.3 Evaluación del frenado de recuperación (4.1.2.1.4).

6.2.4.1.4 Evaluación de las medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.1.2.1.5).

6.2.4.1.5 Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para los sistemas de alimentación de c.a. (4.1.2.1.6).

6.2.4.1.6 Evaluación de la Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua (4.1.2.1.7) (apartado no incluido en la ETI de Energía).

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).

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).

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).

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).

6.2.4.2.5 Evaluación de la longitud de las secciones de separación de fases (4.1.2.2.8) (apartado no incluido en la ETI de Energía).

6.2.4.2.6 Evaluación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.1.2.4).

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).

6.2.5 Evaluación del plan de mantenimiento (4.4).

6.3 SUBSISTEMAS QUE INCLUYEN COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD SIN DECLARACIÓN CE.

7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

7.1 DEFINICIONES.

7.2 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL CASO DE LINEAS FERROVIARIAS NUEVAS.

7.3 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL CASO DE LINEAS FERROVIARIAS EXISTENTES.

7.3.1 Establecimiento de la línea área de contacto y/o alimentación eléctrica.

7.3.2 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria.

7.3.2.1 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que no suponga un acondicionamiento o renovación del subsistema de energía.

7.3.2.2 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga un acondicionamiento del subsistema de energía.

7.3.2.3 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria que suponga una renovación del subsistema de energía.

7.3.3 Sustitución en el marco del mantenimiento.

7.3.4 Líneas electrificadas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento.

7.4 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES.

7.4.1 Túneles nuevos.

7.4.2 Túneles existentes.

7.4.2.1 Acondicionamiento o renovación del túnel.

7.4.2.2 Ampliación de un túnel.

APÉNDICES DEL ANEXO II.

APÉNDICE A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN.

APÉNDICE B. REFERENCIAS NORMATIVAS.

B.1 REGLAMENTACIÓN CONTEMPLADA EN LA INSTRUCCIÓN IFE.

B.2 REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFE.

APÉNDICE C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

APÉNDICE D. CUESTIONES PENDIENTES.

APÉNDICE E. CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN LATERAL MÁXIMA DEL HILO DE CONTACTO.

APÉNDICE F. VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO.

APÉNDICE G. SECCIÓN DE SEPARACIÓN DE SISTEMAS.

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, la presente Instrucción contiene, especificaciones que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a éstas para la verificación del subsistema. En particular, pueden desarrollar, 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, mejora o acondicionamiento 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.

La presente Instrucción establece los siguientes requisitos agrupados en dos tipos: normas nacionales en el ámbito de 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, 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.
- Cuestiones pendientes relacionadas con requisitos de las líneas de ancho métrico.

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.

Además de las especificaciones para las instrucciones adicionales, en el libro tercero se contemplan otros aspectos de la presente Instrucción, tales como, la definición del subsistema de energía, requisitos esenciales, prescripciones adicionales en relación con la evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad y verificación del subsistema de energía, y la aplicación de la Instrucción a dicho subsistema.

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 normalización 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) **Ámbito de aplicación.**

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), definidas en el apartado 1 del anexo II del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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, 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 Instrucción no es aplicable en líneas con explotación tranviaria.

d) **Componentes de interoperabilidad.**

Uno de los objetivos de la Directiva (UE) 2016/797, 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.

e) **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 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.

f) 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 DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL ÁMBITO DE LA DIRECTIVA (UE) 2016/797

1. INTRODUCCIÓN.

En el presente libro se incluyen las normas nacionales del subsistema de energía en el ámbito de 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, de acuerdo con el artículo 75.3 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 su justificación de acuerdo con el artículo 75.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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 ($HCW_{máx}$ de la figura 2.1) no puede ser mayor de 6,20 m.

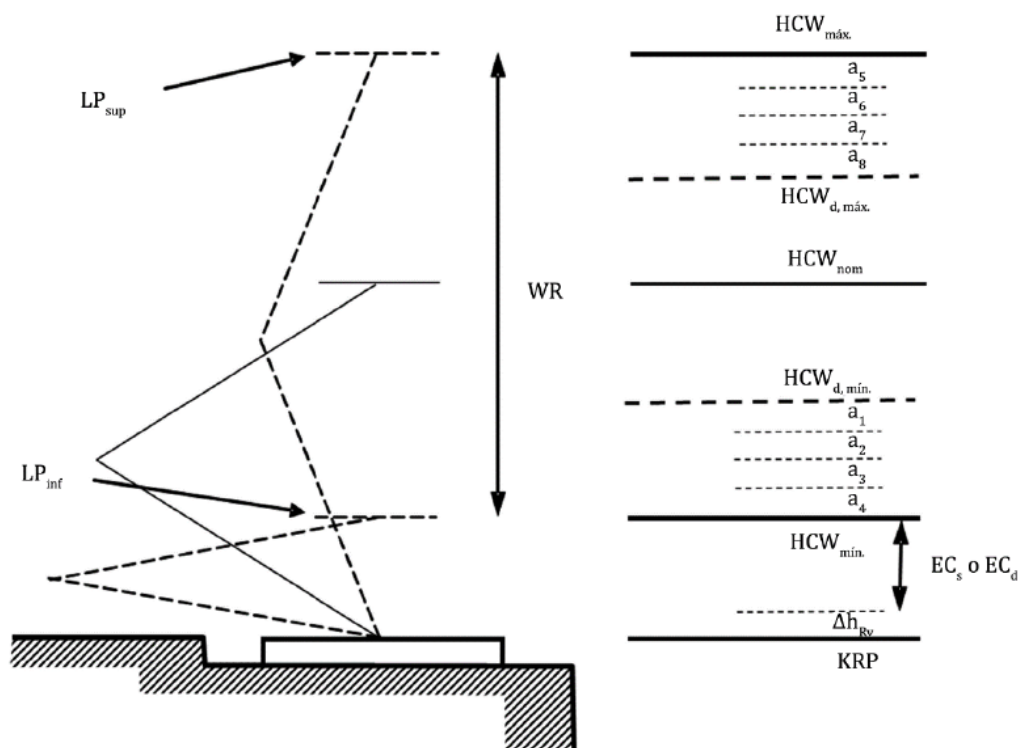
– Si no se puede conseguir la altura máxima establecida en el cuadro 2.1, será necesario el montaje de pórticos de limitación de altura en los viales del paso. En esos casos la altura de los vehículos de carretera a los que se permite pasar por debajo de la línea aérea de contacto será tal que se garantice 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 a_5 , a_6 , a_7 , y a_{82} 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 (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.12).

LP_{inf} Posición de trabajo inferior del pantógrafo o colector (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.11).

WR Rango de trabajo del pantógrafo o colector (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.13).

KRP Contorno de referencia cinemático.

EC_s y EC_d Distancias de aislamiento eléctrico, estático y dinámico, respectivamente.

HCW_{min} Altura mínima del hilo de contacto.

$HCW_{m\acute{a}x}$ Altura máxima del hilo de contacto.

$HCW_{d,min}$ Altura mínima de diseño del hilo de contacto.

$HCW_{d,m\acute{a}x}$ Altura máxima de diseño del hilo de contacto.

HCW_{nom} Altura nominal del hilo de contacto.

a_1 Tolerancia vertical de la vía.

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.

- a₄ Efectos de la carga de hielo y de la temperatura de los conductores.
- 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.

LIBRO TERCERO

INSTRUCCIONES ADICIONALES Y OTROS ASPECTOS DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

1. CONTENIDO DEL PRESENTE LIBRO.

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, mejora o acondicionamiento de subsistemas que ya han sido puestos en servicio.

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 o entidad 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 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), 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 apéndice B de la misma.

2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.

Según se define en 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, 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.

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 adecuados para los trenes. También se incluyen, en caso de alimentación de 2 x 25 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.

3. REQUISITOS ESENCIALES.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Con arreglo al artículo 73.1 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, 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, y en la presente Instrucción.

4. 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 adicionales⁽¹⁾ que debe satisfacer el subsistema de energía. Dichos requisitos comprenden:

⁽¹⁾ Las instrucciones adicionales se definen en el apartado b) del libro primero de la presente Instrucción.

- 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 dicho subsistema en las líneas de ancho métrico son una cuestión pendiente en la presente Instrucción y serán establecidos por el promotor. Teniendo en cuenta lo establecido en el apartado b) de las Consideraciones Generales del libro primero, los requisitos para el subsistema de energía de las líneas de ancho métrico que establezca el promotor serán considerados como instrucciones adicionales en la presente Instrucción.

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.

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 6.1.3 y 6.2.3 del presente libro, según se trate de un componente de interoperabilidad o de un subsistema respectivamente.

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 del presente libro y en el cuadro C del apéndice C.

Para los apartados 4.1.2 a 4.7 del presente capítulo y los apéndices E, F y G:

- Siempre que se establecen instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indican 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 identifican 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 establecen instrucciones adicionales a requisitos definidos en las ETI, se indican 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 establecen normas nacionales se hace 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).
- Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación (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).
- Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua (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).
 - 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).
 - Dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto (4.1.2.2.14).
 - Sistemas de suspensión (4.1.2.2.15).
 - Sistemas de compensación (4.1.2.2.16).
 - Disposición de la línea de contacto en agujas aéreas y cruzamientos (4.1.2.2.17).
 - Disposición de los seccionamientos (4.1.2.2.18).
 - 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 de contacto en los túneles (4.1.2.5.1).
 - Puesta a tierra de la línea aérea de contacto 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).
- I. Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad.
- Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad (4.1.2.9).

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.

Cuando la explotación inicial vaya a realizarse en ancho 1668 mm, el administrador de infraestructura autorizará el diseño de forma que sea posible su transformación posterior, para permitir la explotación con tercer carril o en ancho estándar europeo. Esta autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

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 1 x 25 kV ó 2 x 25 kV. La elección de uno u otro sistema dependerá de un estudio técnico-económico de cada caso, teniendo en cuenta aspectos medioambientales.

Una nueva 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 y así sea autorizado por el administrador de infraestructura. En estos casos, cuando esté prevista la transformación del sistema de electrificación de la línea a 25 kV c.a., para la instalación de catenaria de 3 kV c.c. se utilizarán elementos y parámetros de diseño que permitan su posterior adaptación a 25 kV c.a. Esta autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

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 del presente libro, 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 Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación.

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 (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 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 200 A por pantógrafo con el tren en reposo, salvo en aquellas líneas en las que el valor máximo de la corriente en reposo incluido en el Registro de Infraestructura sea superior, en cuyo caso podrá adoptarse este valor.

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 técnico-económica 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 Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este parámetro es de aplicación cuando se dan las condiciones que se establecen en el apartado 6 de la norma UNE-EN 50122-3.

Cuando en las proximidades de una línea electrificada existente se construya una nueva línea electrificada de un sistema diferente, dentro de la zona de interacción entre ambas se deben establecer los riesgos de interacción perjudicial, los tipos de interacción, las zonas de interacción, los límites de las tensiones de contacto admisible y los requisitos técnicos y medidas a aplicar para evitar dichos riesgos. Para ello será de aplicación la norma UNE-EN 50122-3.

Cada subsistema deberá adoptar las medidas de protección que sean precisas para mitigar los riesgos de interacción perjudicial identificados.

Los requisitos técnicos y límites admisibles de los parámetros de interacción serán los definidos por el administrador de infraestructura para las distintas tecnologías empleadas.

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 de material rodante «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 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), 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 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), 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 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), apartados 4.2.8.2.9.2.1 (1600 mm) y 4.2.8.2.9.2.2 (1950 mm).

4. Para líneas equipadas con vías con tres carriles se tendrá en cuenta además lo establecido en el apartado 4.1.2 del presente libro para dichas vías.

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, con objeto de prever un cambio a 25 kV c.a., la altura mínima de diseño y la altura mínima se determinarán tomando como distancias de aislamiento las especificadas en el apartado 4.1.2.2.11 del presente libro para sistemas de 25 kV c.a., salvo que así se autorice por el administrador de infraestructuras. Esta autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que

ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

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 ($HCW_{máx}$ 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 del presente libro, en función del gálibo elegido ^a |
| Altura máxima de diseño ($HCW_{d,máx}$) 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 del presente libro. | |
| 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 del presente libro.

^b La altura máxima, $HCW_{máx}$, se obtendrá sumando al valor de la altura máxima de diseño, $HCW_{d,máx}$, las tolerancias a_5 , a_6 , a_7 y a_8 según la figura 4.1.2.2.1.4.

^c Los valores se ajustarán según el apéndice E.

En relación con el párrafo (3) del apartado 4.2.9.1 de 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), 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 apéndice 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 apéndice A). 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 de Energía*).

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}).

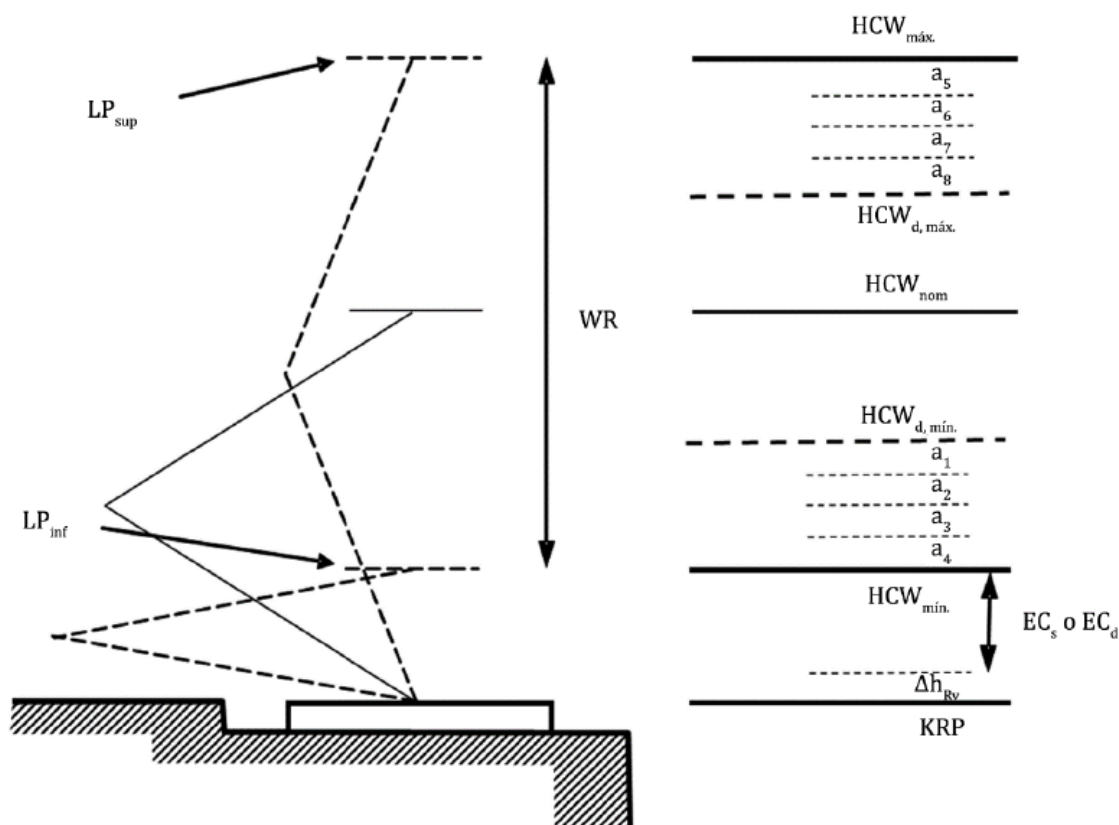
Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.1 de la ETI de Energía:

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.

Véase la 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 (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.12).

LP_{inf} Posición de trabajo inferior del pantógrafo o colector (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.11).

WR Rango de trabajo del pantógrafo o colector (véase UNE-EN 50206-1, apartado 3.2.13).

KRP Contorno de referencia cinemático.

EC_s y EC_d Distancias de aislamiento eléctrico, estática y dinámica, respectivamente.

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.

a_1 Tolerancia vertical de la vía.

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.

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.

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, considerando la variable EC_s para la distancia de aislamiento estática y EC_d para la distancia de aislamiento dinámica, según se definen en el apartado 3.2 de la UNE-EN 50119.

a_1 Tolerancia vertical de la vía, se tomarán los siguientes valores:

- Para vía balastada: 20 mm.
- Para vía en placa: 5 mm.

a_2 Tolerancia de montaje del hilo de contacto: se tomará siempre un valor de 10 mm.

a_3 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.

a_4 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 fórmula:

$$a_{4ice} = \frac{g_{IK} L^2}{8 (T_{cat} + T_{cont})}$$

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 UNE-EN 50125-2 (Tabla 4), cuya aplicación en las líneas de la RFIG se resume en el cuadro 4.1.2.2.1.4.1.

Cuadro 4.1.2.2.1.4.1 Valores de carga de hielo

| Altitud sobre el nivel del mar (m) | Carga de hielo en sustentador y otros cables (N/m) | Carga de hielo en hilos de contacto (N/m) |
|------------------------------------|--|---|
| 0-499 | 0 | 0 |
| 500-1000 | 3,5 | 1,75 |
| 1001-1500 | 7 | 3,5 |
| >1500 | 15 | 7,5 |

En los túneles, a los valores de la tabla anterior se podrá aplicar un factor corrector K_{tun} sobre el riesgo de formación de hielo, en función de la longitud del mismo y de la altura sobre el nivel del mar, según el cuadro 4.1.2.2.1.4.2.

Cuadro 4.1.2.2.1.4.2 Coeficiente corrector K_{tun} de la carga de hielo en túnel

| Altitud sobre el nivel del mar | Longitud del túnel (L_{tun}) | | |
|--------------------------------|---|---|--------------------------|
| | $L_{\text{tun}} \leq 300$ m | $300 \text{ m} < L_{\text{tun}} \leq 500$ m | $L_{\text{tun}} > 500$ m |
| 0 – 499 m | n/a | n/a | n/a |
| 500 – 1000 m | 0,6 | 0,3 | 0,2 |
| > 1000 m | 1,0 | 0,7 | 0,6 |

Salvo casos o estudios particulares, el valor de la carga de hielo a aplicar será homogéneo en todo el túnel, adoptándose el rango de altitud que corresponde a la mayor parte del túnel, y calculado considerando la longitud correspondiente al vano medio ⁽¹⁾.

¹ NOTA: La longitud del vano medio del túnel analizado se calculará como la media aritmética de las longitudes de vano, redondeados al alza.

KRP Altura del contorno de referencia del gálibo cinemático: se obtendrá en función del gálibo considerado de la «Instrucción Ferroviaria de Gálivos» (Orden FOM/1630/2015).

Δh_{RV} Desplazamiento por inscripción en acuerdo vertical de vía; se calcula como:

$$\Delta h_{RV} = \frac{50}{R_V}$$

siendo R_V : Radio del acuerdo vertical.

Las alturas mínimas de diseño serían, por tanto:

- Hipótesis Estática: $HCW_{d,mín,EST} = KRP + \Delta h_{RV} + EC_s + a_1 + a_2 + a_4$.
- Hipótesis Dinámica: $HCW_{d,mín,DIN} = KRP + \Delta h_{RV} + EC_d + a_1 + a_2 + a_3 + a_4$.

Resultando que la altura mínima del hilo de contacto por diseño sería el valor máximo de las hipótesis estática y dinámica.

- $HCW_{d,mín} = \text{máx}(HCW_{d,mín,EST}; HCW_{d,mín,DIN})$.

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:

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 las 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 al 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 (distancias en milímetros)

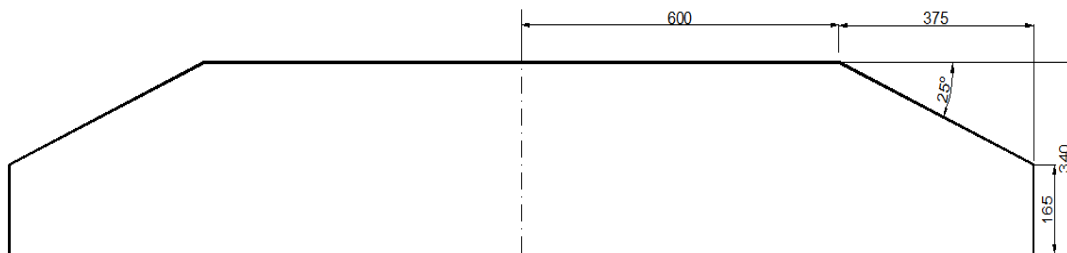
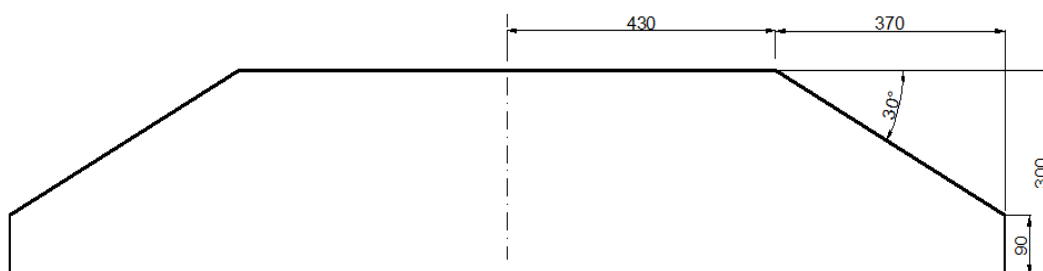


Figura 4.1.2.2.2.b Simplificación del perfil de pantógrafo de 1600 mm (distancias en milímetros)



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 de Energía*).

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.

No se incluyen instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.11 de la ETI de Energía.

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 de contacto media | |
|------------|--------------------|--------------------------|------------|
| | | Máxima (N) | Mínima (N) |
| 25 kV c.a. | ≤ 200 | 300 | > 0 |
| | $200 < v \leq 320$ | 350 | |
| | > 320 | 400 | |
| 3 kV c.c. | ≤ 200 | 300 | > 0 |
| | > 200 | 400 | |

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, Reglamento (UE) 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, 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 del presente libro. |
| 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, además del apartado 6.2.4.2.3 del presente libro.

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:

Con carácter general, se deberá evitar la instalación de las secciones de separación de fases tanto en el interior de los túneles como en zonas próximas a señales de parada, en curvas de radio reducido o en rampas pronunciadas. Cuando por las condiciones del replanteo resulten inevitables tales circunstancias, el proyecto deberá justificar mediante un estudio de simulaciones de marcha de tren que, en condiciones normales de explotación y con la malla prevista, ningún tren quedará detenido dentro de la sección de separación de fases. En el caso de tener que instalar secciones de separación de fases en túneles se llevará a cabo una evaluación y valoración del riesgo ante situaciones de emergencia, conforme a los métodos comunes de seguridad (Reglamento de Ejecución (UE) 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013), para la dotación de las medidas

de seguridad que resulten necesarias para el control y mitigación de los peligros identificados a un nivel aceptable.

La longitud total D de las secciones neutras se define en el apéndice 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. Para el cálculo de D en las secciones correspondientes al esquema del apartado A.1.2 del anexo A de la UNE-EN 50367, véase el apartado 6.2.4.2.5 del presente libro.

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 incluyen las siguientes instrucciones adicionales 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 entre sistemas de c.a. y c.c. 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 recomienda instalar equipos que desconecten ambos sistemas de alimentación si un pantógrafo permanece levantado (por ejemplo, mediante detectores de tensión, inductivos, de elevación del hilo, etc).

La sección de separación de sistemas se incluye en el apéndice 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 apéndice 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 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:

Las distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra cumplirán lo establecido en el apartado 5.1.3 de la norma UNE-EN 50119 para los sistemas de alimentación objeto de la presente Instrucción.

En líneas nuevas de 3 kV c.c. las distancias de aislamiento mínimas serán las aplicables a c.a. en la tabla 2 de la norma UNE-EN 50119 para prever un cambio a 25 kV c.a. Este requisito también será de aplicación en la electrificación nueva a 3 kV c.c. de

las líneas existentes, salvo que así se autorice expresamente por el administrador de infraestructuras. Esta autorización, previa consulta de las empresas ferroviarias que ya operen o tengan previsto operar, podrá realizarse en el documento de aprobación del proyecto, mencionando los parámetros específicos en dicho documento.

En suspensiones articuladas de cables debe tenerse en cuenta el movimiento de dicha suspensión por la acción del viento sobre el conductor.

Debe tenerse en cuenta la presión del viento añadida por elementos fijados a los conductores tales como balizas, dispositivos anticolidión para avifauna, etc.

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.º entre todas las partes en tensión conectadas a la línea del *feeder* 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.º y 180.º 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, 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), 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.º 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 Dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Para el dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto serán de aplicación los apartados 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 de la norma UNE-EN 50119, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Dimensionamiento mecánico de los hilos de contacto.

Además de lo dispuesto en el apartado 5.3 de la UNE-EN 50119 aplicarán las siguientes consideraciones:

En la expresión para el cálculo del esfuerzo de tracción máximo admisible se tendrá en cuenta que el esfuerzo de tracción de rotura mínimo del hilo de contacto, σ_w , 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.

En relación con el desgaste admisible, K_{desgaste} , el factor x , que expresa el desgaste admisible como una proporción del área total de la sección transversal, 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.

b) Dimensionamiento mecánico del sustentador.

Además de lo dispuesto en el apartado 5.4 de la UNE-EN 50119, aplicarán las siguientes consideraciones:

En la expresión para el cálculo de la carga de tracción máxima admisible se tendrá en cuenta que la carga mínima de rotura F_{Bmin} del sustentador se determinará según la normativa aplicable al tipo de cable empleado.

En relación con las cargas de viento, K_{viento} , la velocidad del viento a considerar será la velocidad básica fundamental indicada en el apéndice F y definida en el apéndice A de la presente Instrucción.

c) Dimensionamiento mecánico de otros conductores trenzados.

Se cumplirá lo especificado en el apartado 5.5 de la UNE-EN 50119.

d) Dimensionamiento mecánico de alambres.

Se cumplirá lo especificado en el apartado 5.6 de la UNE-EN 50119.

e) Dimensionamiento mecánico de cables de materiales no conductores.

Además de lo dispuesto en el apartado 5.7 de la UNE-EN 50119, aplicarán las siguientes consideraciones:

En la expresión para el cálculo de la carga de tracción máxima admisible en funcionamiento, 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.

En relación con las cargas de viento, K_{viento} , la velocidad del viento a considerar será la velocidad básica fundamental indicada en el apéndice F y definida en el apéndice A de la presente Instrucción.

4.1.2.2.15 Sistemas de suspensión (*parámetro no incluido 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.

Solo se admitirá catenaria sin sustentador de manera excepcional en puntos singulares donde no sea posible otro tipo de solución.

4.1.2.2.16 Sistemas de compensación (*parámetro no incluido 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) (anexo 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 incluido 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 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), 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 incluido 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.

Donde sea preciso, se instalarán conexiones equipotenciales para evitar la existencia de tramos o colas sin referencia de tensión.

4.1.2.2.19 Catenaria rígida (*parámetro no incluido 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 gálibos de implantación de obstáculos definidos en el apartado 4.1.2.2 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden). Los requisitos de este parámetro son una cuestión pendiente en la presente Instrucción (véase el apéndice D).

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:

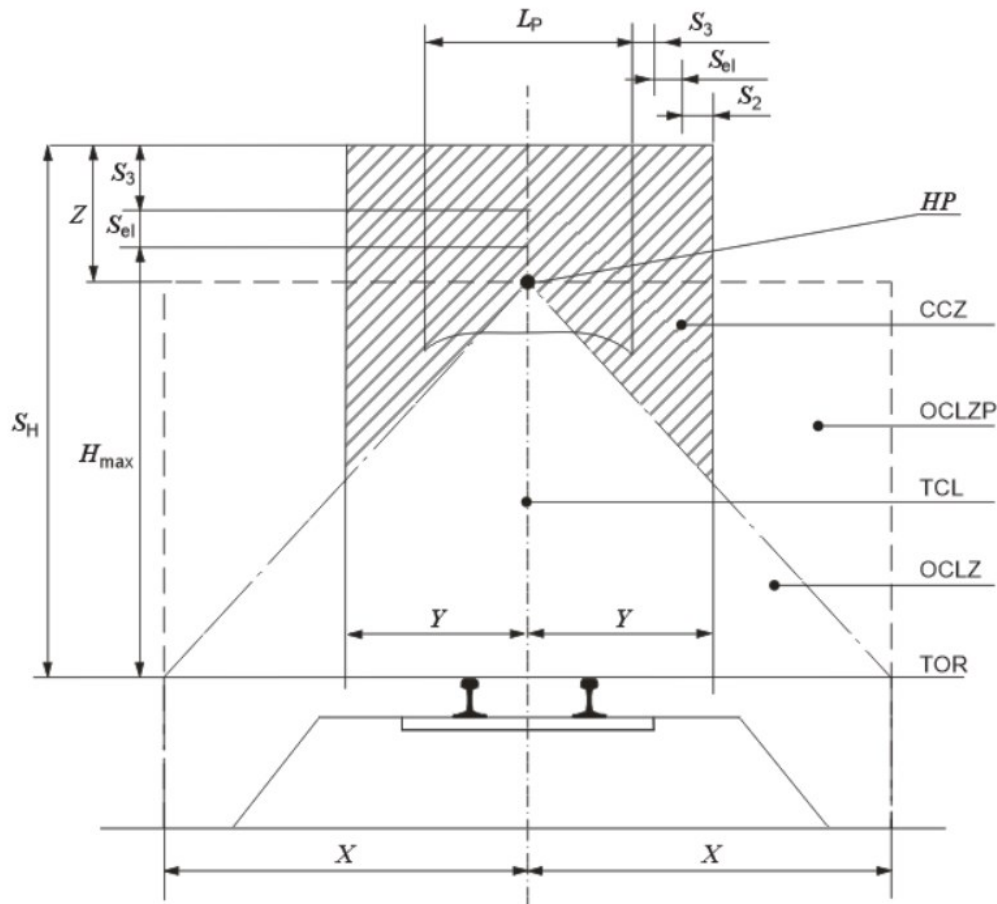
$X = 5,0$ m.

$Y = 2,0$ m.

$Z = 1,5$ 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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).

4.1.2.5.1 Segmentación de la línea aérea de contacto 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 Ferroviarios:

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 apéndice A.

4.1.2.5.2 Puesta a tierra de la línea aérea de contacto 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 Ferroviarios:

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 del presente libro). Estos serán instalaciones fijas accionadas manualmente y/o mediante control remoto (local y/o centralizado).

En instalaciones de corriente continua la conexión se hará tanto a tierra como al carril de retorno.

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) (anexo 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) (anexo I de la presente Orden) y el apéndice A de la presente Instrucción.

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, instalándose las correspondientes señales de bajada y subida de pantógrafo a ambos lados del 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, o atravesar el cambiador manteniendo la distancia adecuada para evitar daños sobre el mismo.

La catenaria (sustentador e hilo de contacto) en la zona neutra del cambiador se conectará al cable de tierra del sistema de tensión de corriente alterna y a la estructura metálica del cambiador.

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, para establecer una zona neutra previa. El comienzo del aislador más próximo a la fachada del edificio del cambiador estará a una distancia mínima de 2 m de esta.

Los culatones en los que se apartan las locomotoras, si existen, deberán estar electrificados a la tensión que corresponda.

c) Puesta a tierra de las estructuras.

Se seguirá lo indicado en la norma UNE-EN 50122-3 apartado 8.2.3.

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.

Se seguirá lo indicado en la norma UNE-EN 50122-3 apartado 8.4.

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 controlado a distancia, enclavado con el dispositivo de puesta en marcha del tren de lavado.

La restitución de la alimentación en la catenaria deberá realizarse mediante control a distancia 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.

Los procedimientos y responsabilidades para el corte de tensión de catenaria y el accionamiento de la puesta a tierra de las instalaciones de lavado de trenes constarán en un documento o protocolo de actuación específico para cada instalación.

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 electromecánico.

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 la llave de enclavamiento se libera de los cerrojos del seccionador de alimentación y del de puesta a tierra.

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 cierran 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.

Los procedimientos y responsabilidades para el corte de tensión de catenaria en talleres, el acceso a las zonas con riesgo eléctrico o restringidas y el accionamiento de la puesta a tierra constarán en un documento o protocolo de actuación específico para cada instalación.

4.1.2.9 Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad (*parámetro no incluido en la ETI de Energía*).

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

La distancia mínima de los postes de electrificación al borde de andén o borde de la zona de peligro cumplirá los requisitos incluidos en el apartado 4.1.4.7.3.1 del libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden).

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 del presente libro, 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 rodante⁽²⁾

⁽²⁾ 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 (IFMR ALC-20)»

| 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 |
| 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 |
| Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua | 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 |

| IFE | | IF MR ALC-20 | |
|---|----------------------------|--|---------------|
| Parámetro | Apartado del libro tercero | Parámetro | Apartado |
| 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 |
| 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 |
| Dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto | 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 |
| Gálbo del pantógrafo | 4.1.2.2.2 | Gálbo 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 |
| Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad | 4.1.2.9 | Anchura de andenes | 4.1.4.7.3.1 |

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 |
| | | Preparación del libro de itinerarios | 4.2.1.2.2.1 |
| Secciones de separación de: - Fases - Sistemas | 4.1.2.2.8 | Compatibilidad de la ruta y composición del tren | 4.2.2.5 |
| | 4.1.2.2.9 | | |
| | | Preparación del libro de itinerarios | |

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 de contacto 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 de contacto 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 |

4.2.6 Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.

Cuadro 4.2.6 Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida

| IFE | | ETI de Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida | |
|--|----------------------------|---|----------|
| Parámetro | Apartado del libro tercero | Parámetro | Apartado |
| Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad | 4.1.2.9 | Anchura y borde de los andenes | 4.2.1.12 |

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 Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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) (anexo 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 una Ficha 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, 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.

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 del presente libro).

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, relativo a la especificación técnica de interoperabilidad correspondiente al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2012/757/UE) 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) (anexo 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, de 16 de mayo de 2019) 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, 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.

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.

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 establecen prescripciones adicionales a las establecidas por las ETI, se indican en letra cursiva los apartados de las ETI correspondientes incluyendo únicamente lo que se defina con carácter complementario a las mismas.
- Cuando no se establecen prescripciones adicionales en apartados contemplados en las ETI, se indican 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 identifican 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:

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, 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 con lo establecido en el apéndice 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 apéndice A), 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 apéndice C.

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 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 (Reglamento (UE) 1301/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014). 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.

Para las instrucciones adicionales establecidas en el capítulo 4 del presente libro y las normas nacionales definidas en el libro segundo, el solicitante podrá pedir la disconformidad con la presente Instrucción siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

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).

De acuerdo con el artículo 3 de la presente Orden, en las actuaciones en las que no se requiere autorización de entrada en servicio la conformidad con la presente Instrucción será obligatoria.

Para los requisitos establecidos en el capítulo 4 del presente libro, el solicitante podrá pedir la disconformidad con la presente Instrucción siguiendo el procedimiento establecido en el artículo 86 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre.

El promotor decidirá los procedimientos para la evaluación, la documentación que se deberá aportar, así como los certificados que se deberán emitir, salvo que la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, en su caso, establezca prescripciones particulares al respecto en la resolución relativa a la necesidad de autorización de entrada en servicio mencionada en el artículo 107 del Real decreto 929/2020, de 27 de octubre.

Las fases de evaluación de dichos requisitos se recogen en el cuadro C del apéndice C.

En el apartado 6.2.4 del presente libro se incluyen procedimientos particulares de evaluación no incluidos en las ETI correspondientes.

Para los requisitos ETI se seguirán 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) n.º 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. 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 en líneas nuevas y 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 las líneas de 3 kV c.c., la corriente en reposo especificada en el apartado 4.1.2.1.3 del presente libro para cada caso.

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 la Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua (4.1.2.1.7) (apartado no incluido en la ETI de Energía).

La interacción se comprobará según los anejos de la norma UNE-EN 50122-3.

Antes de la puesta en servicio se verificará por parte del sistema de CMS la falta de afección a los sistemas de seguridad de la línea electrificada en corriente continua.

Los requisitos técnicos y límites admisibles de los parámetros de interacción serán los definidos por el administrador de infraestructura para las distintas tecnologías empleadas.

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 del presente libro.

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).

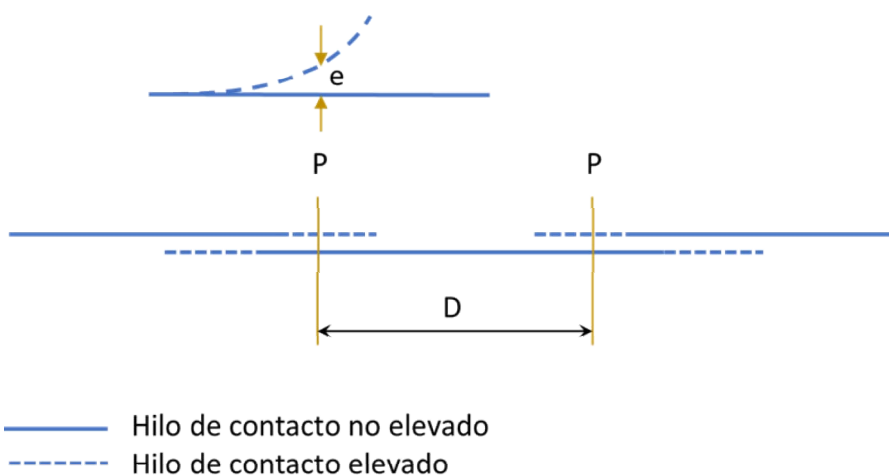
La evaluación de la conformidad del material del hilo de contacto se hará según la norma UNE-EN 50149, en todas las líneas mediante análisis de diseño, siempre que no se haya evaluado dicho parámetro en el componente.

6.2.4.2.5 Evaluación de la longitud de las secciones de separación de fases (4.1.2.2.8) (apartado no incluido en la ETI de Energía).

Los procedimientos que se describen a continuación son aplicables únicamente a las secciones que se corresponden con el esquema del apartado A.1.2 del anexo A de la norma UNE-EN 50367.

a) Caso 1: No están definidos los puntos P de comienzo y terminación de las zonas de separación de fases.

Figura 6.2.4.2.5.1 Sección de separación de fases o de sistemas. Caso 1



Los puntos P están situados en los vanos de elevación interiores (zonas punteadas de la figura 6.2.4.2.5.1).

La determinación de los puntos P se realizará de la siguiente forma:

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:

$$e = 15 + h \text{ (cm)}$$

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.
- 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 (Reglamento (UE) No 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).

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, para sistemas de electrificación a 25 kV.

El valor de la elevación dinámica máxima (h) del hilo de contacto se obtiene de la documentación de la certificación de la línea aérea de contacto, aportada por el proyectista o por el instalador.

Determinación y comprobación de la distancia D:

1. Partiendo de los datos anteriores, se localizan los puntos P mediante medidas, verificando que:

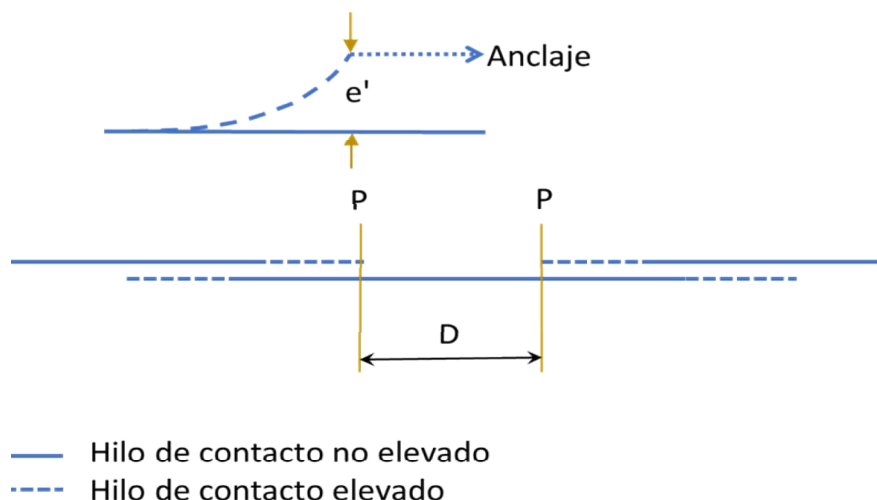
$$e \geq 15 + h \text{ (cm)}$$

2. Se mide la distancia D entre los dos puntos P.

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: Los puntos P de comienzo y terminación de las zonas de separación de fases están definidos.

Figura 6.2.4.2.5.2 Sección de separación de fases o de sistemas. Caso 2



Generalmente dichos puntos están situados en los semiejes de seccionamiento interiores, donde el hilo de contacto ya está elevado y se retira hasta el punto de anclaje (figura 6.2.4.2.5.2).

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.
- 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 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).

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 se obtiene de la documentación de la certificación de la línea aérea de contacto, aportada por el proyectista o por el instalador.

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 el 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 del presente libro.

Además, se comprobará la existencia de evidencias documentales que garanticen que la instalación ha sido ejecutada conforme a normativa.

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 del presente libro mediante la verificación del expediente técnico y el análisis de la información que acredite la consulta a los servicios de intervención en emergencias.

Evaluación del plan de mantenimiento (4.4).

6.2.5 *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.

7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

7.1 DEFINICIONES

Línea nueva:

Véase el apartado 7.1.1 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden).

Acondicionamiento de línea:

Véase el apartado 7.2.1 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden).

Renovación de línea:

Véase el apartado 7.2.2 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo 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:

A los efectos de la presente instrucción y en base a las definiciones 52 y 71 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, se entiende por acondicionamiento o mejora de un subsistema de energía los trabajos de modificación de gran calado que mejoran la funcionalidad y/o las prestaciones de dicho subsistema.

Renovación de un subsistema de energía:

A los efectos de la presente Instrucción y en base a la definición 73 del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre se entenderá por renovación de un subsistema de energía la realización de alguna actuación importante de sustitución que, no suponiendo una mejora de la funcionalidad o las prestaciones, 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.

7.2 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL CASO DE 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.

7.3 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL CASO DE 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.

7.3.1 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.

7.3.2 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria

7.3.2.1 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, en relación con el subsistema de infraestructura, los apartados 7.2.1 y 7.2.2 de libro tercero de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden).

7.3.2.2 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.

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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), 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.

7.3.2.3 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.

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 I 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.

7.3.3 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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), que pueden cumplirse.

7.3.4 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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), que pueden cumplirse.

7.4 APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN A TÚNELES

7.4.1 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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014).

7.4.2 Túneles existentes.

7.4.2.1 Acondicionamiento o renovación del túnel.

Este apartado es de aplicación a todos los túneles situados en líneas sujetas a actuaciones de acondicionamiento o renovación.

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.

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, 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.

APÉNDICES DEL ANEXO II

Apéndice 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 por encima de la cota de carril en un soporte en condiciones normales (según la norma UNE-EN 50367).

Ancho estándar europeo:

Corresponde a un ancho de vía nominal de 1.435 mm.

Ancho ibérico:

Corresponde a un ancho de vía nominal de 1.668 mm.

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 llevado sobre los ejes de coordenadas, al objeto de definir el gálibo del material rodante, el gálibo de implantación de obstáculos o el gálibo de cargamento.

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, 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 libro tercero 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:

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 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 de la Comisión).

ETI de Locomotoras y Material Rodante de Viajeros:

Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema de material rodante «locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario de la Unión Europea, de 18 de noviembre de 2014 (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión).

ETI de Seguridad en Túneles Ferroviarios:

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 de la Comisión).

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 con 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:

A los efectos de la presente Instrucción, 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 libro tercero). 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.

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:

Cualquier intersección a nivel entre una carretera o camino y un ferrocarril, reconocida por el administrador de infraestructuras y abierta a usuarios públicos o privados. Se consideran dentro del paso a nivel los quince metros del camino existentes a ambos lados de la vía.

No se considerarán pasos a nivel las intersecciones de carreteras o caminos con líneas ferroviarias cuando aquéllas se produzcan dentro de zonas industriales o portuarias o en los accesos a las mismas, conforme a lo establecido en los apartados 8 y 9 del artículo 8 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre.

Tampoco tendrán la consideración de pasos a nivel las intersecciones de los viales internos con las instalaciones de servicio dentro de las terminales de transporte de mercancías.

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 Ferroviarios (Reglamento (UE)1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014), 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) (anexo I de la presente Orden) y el apartado 4.1.2.5 del libro tercero.

Plan de mantenimiento:

Conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento (Norma UNE-EN 13306:2018).

Prescripciones adicionales:

Todas aquellas prescripciones que se establecen en los capítulos 5 y 6 del libro tercero 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.

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.

Sección de separación de fases:

Véase la definición del apartado 3.1.1.17 de la UNE-EN 50119. Es equivalente a la expresión «zona neutra de separación de fases».

Sección de separación de sistemas:

Véase la definición del apartado 3.1.1.17 de la UNE-EN 50119. Es equivalente a la expresión «zona de separación de sistemas».

Servicio normal:

Explotación del ferrocarril de acuerdo con un horario planificado, excluyendo los servicios extraordinarios.

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.

Apéndice 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, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea.

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).

ETI de Control-Mando y Señalización (Reglamento (UE) 2016/919 de la Comisión, de 27 de mayo de 2016, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea).

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).

ETI de Explotación y Gestión del Tráfico (Reglamento de Ejecución (UE) 2019/773 de la Comisión, de 16 de mayo de 2019, relativo a la especificación técnica de interoperabilidad correspondiente al subsistema «explotación y gestión del tráfico» del sistema ferroviario de la Unión Europea y por el que se deroga la Decisión 2012/757/UE).

ETI de Locomotoras y Material Rodante de Viajeros (Reglamento (UE) 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre, sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante «locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en la Unión Europea).

ETI de Seguridad en Túneles Ferroviarios (Reglamento (UE) 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la «seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario de la Unión Europea.).

Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) (anexo I de la presente Orden).

Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos").

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 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.

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.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

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.

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.

Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.

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.

Reglamento de ejecución (UE) 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 y por el que se deroga el Reglamento (CE) 352/2009.

Reglamento de Ejecución 2019/777/UE de la Comisión, de 16 de mayo de 2019 y por el que se deroga la Decisión de Ejecución 2014/880/UE.

B.2 REFERENCIAS NORMATIVAS DE LA INSTRUCCIÓN IFE.

Cuadro B.2 Referencias normativas de la Instrucción IFE

| Norma | Título |
|---|---|
| IEC 60050-811:2017 IEC 60050-811:2017/AMD:2021 | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 811: Electric traction. |
| UNE-EN 13306:2018 | Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. |
| UNE-EN 50119:2021 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica. |
| 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 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos. |
| UNE-EN 50122-2:2011 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas producidas por los sistemas de tracción de corriente continua. |
| UNE-EN 50122-3:2011 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 3: Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua. |
| UNE-EN 50125-2:2004 UNE-EN 50125-2:2004 CORR:2010 | Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 2: Instalaciones eléctricas fijas. |
| UNE-EN 50149:2012 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto acanalados de cobre y de aleación de cobre. |
| 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 | Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de alimentación de las redes de tracción. |
| UNE-EN 50206-1:2011 | Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Pantógrafos: Características y ensayos. Parte 1: Pantógrafos para vehículos de línea principal. |
| UNE-EN 50317:2012 UNE-EN 50317:2012/A1:2022 | Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Requisitos y validaciones de medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto. |
| UNE-EN 50318:2018 UNE-EN 50318:2018/A1:2022 | Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de captación de corriente. Validación de la simulación de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto. |
| UNE-EN 50367:2022 | Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas y material rodante. Criterios para lograr la compatibilidad técnica entre los pantógrafos y la línea aérea de contacto. |

| Norma | Título |
|---|--|
| UNE-EN 50388:2013 UNE-EN 50388:2013/AC:2013 V2 | Aplicaciones ferroviarias. Alimentación eléctrica y material rodante. Criterios técnicos para la coordinación entre sistemas de alimentación (subestación) y el material rodante para alcanzar la interoperabilidad. |

Apéndice C. Verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de energía

Este apéndice se refiere a la verificación de las instrucciones adicionales y normas nacionales del subsistema de energía que se establecen en el capítulo 4 del libro tercero y en el capítulo 2 del 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 del libro tercero 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 Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación. | | 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 Interacción entre sistemas de tracción en corriente alterna y corriente continua. | 6.2.4.1.6 | X | n.a. | X ^a | n.a. |
| 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. |
| 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. |

^a Para la comprobación de las inducciones a 50 Hz.

| 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 |
| 4.1.2.2.11 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 Dimensionamiento mecánico de la línea aérea de contacto. | | 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 de contacto en los túneles. | | X | n.a. | X | n.a. |
| 4.1.2.5.2 Puesta a tierra de la línea aérea de contacto 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. |
| 4.1.2.8 Instalaciones en talleres con accesos a zona de pantógrafos. | | X | n.a. | n.a. | n.a. |
| 4.1.2.9 Ubicación de los postes de electrificación en los andenes por motivos de accesibilidad. | | X | X | n.a. | n.a. |
| 4.4 Plan de mantenimiento. | | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |

^a Para la comprobación de las inducciones a 50 Hz.

Apéndice 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. |

Apéndice E. Cálculo de la desviación lateral máxima del hilo de contacto

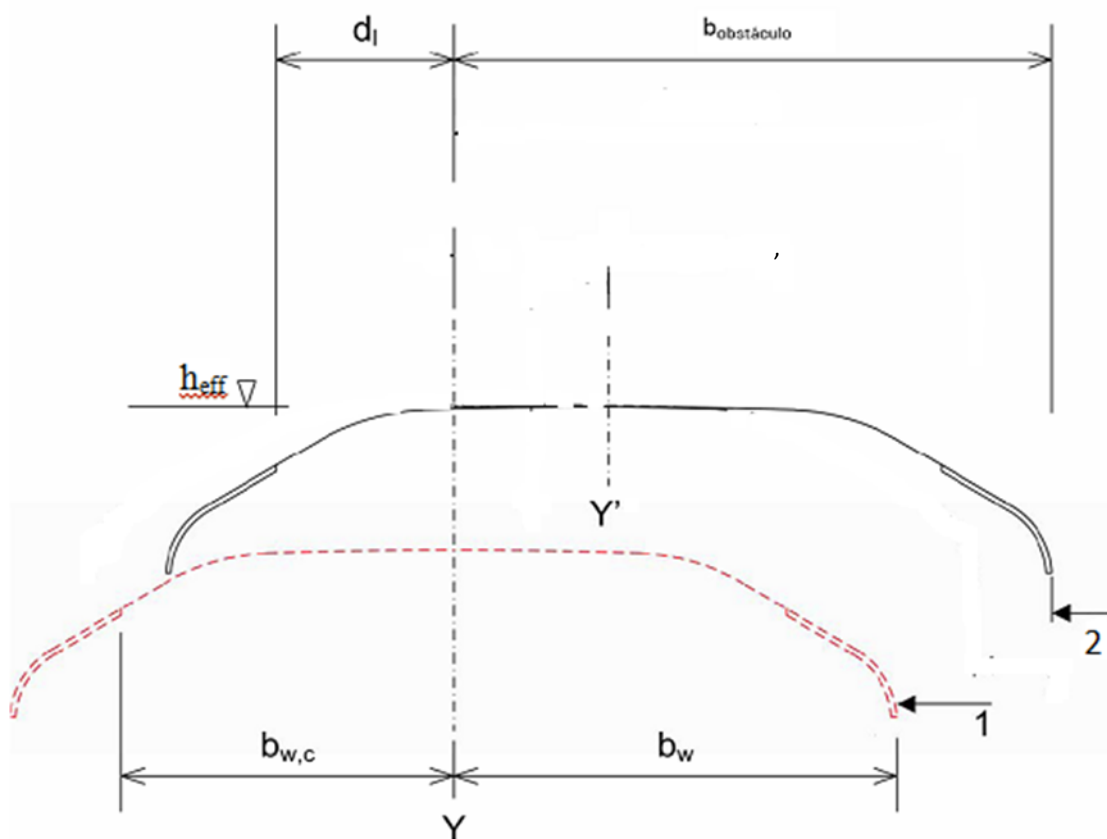
Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.2.2.1.1 del libro tercero:

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:

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b_{\text{obstáculo}}$$

Los términos de esta ecuación se definen y explican en la figura E y en el cuadro E.

Figura E. Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo



Leyenda:

Y : Eje de la vía Y' : Eje del pantógrafo para la obtención del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo.

1: Perfil del pantógrafo.

2: Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo.

Cuadro E. Parámetros para el cálculo de la desviación lateral máxima del hilo de contacto

| Parámetro | Definición | Unidad |
|------------------------|--|--------|
| $b_{\text{obstáculo}}$ | 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 $b_{\text{obstáculo}}$ 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.

Apéndice 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 libro tercero:

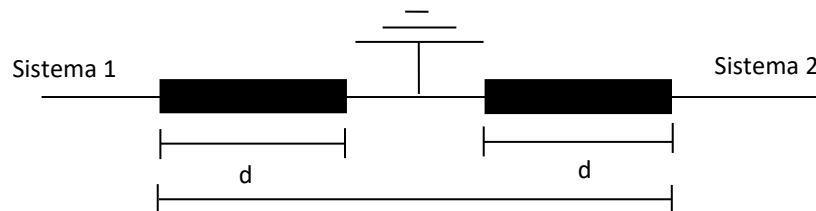
Figura F. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento $v_{b,0}$ (Fuente: Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación)



Apéndice G. Sección de separación de sistemas

Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.2.2.9 del libro tercero:

Figura G. Sección de separación de sistemas con aisladores de sección neutra



Condiciones:

$$D \leq 8 \text{ m}$$

La distancia «d» de las zonas constituidas por aisladores de sección neutra es función de la tensión del sistema, la velocidad máxima de la línea y el ancho máximo del pantógrafo.

Esta sección cumplirá además lo establecido en el apartado 4.1.2.2.9 del libro tercero.

La puesta a tierra en el punto central sólo se realizará si uno de los dos sistemas es en c.a. Es estos casos, si las tierras de ambos sistemas no están interconectadas, la conexión se realizará al sistema de puesta a tierra de c.a