

# Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía

**IFE-2025**



# Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía

**IFE-2025**

| Serie normativas |

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible:

<https://publicaciones.transportes.gob.es>

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

Título: \_ Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía\_

[Serie normativas]

Año de edición: 2025

**Edita:**

**© Ministerio de Transportes y Movilidad**

**Sostenible Secretaría General Técnica**

**Centro de Publicaciones**

NIPOe: 196-25-005-9

NIPO: 196-25-004-3

Depósito Legal: M-3003-2025

Impreso en papel con gestión forestal certificada

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

## PREÁMBULO

Con la entrada en vigor del Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre Seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, se 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, y se establecen las condiciones que deben cumplirse para lograr en el territorio comunitario la interoperabilidad del sistema ferroviario.

Los subsistemas, entre los que se incluyen los subsistemas de infraestructura y energía, deberán ser 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.

La Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector ferroviario, establece que, mediante Orden del ministro de Fomento (hoy de Transportes y Movilidad Sostenible), se establecerán las condiciones técnicas sobre proyección y construcción de las infraestructuras ferroviarias.

El Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, establece que se podrán aprobar las instrucciones ferroviarias que deba cumplir todo subsistema y sus componentes para obtener las correspondientes autorizaciones de entrada en servicio.

En aplicación de todo lo anterior se ha elaborado la "Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE)". El objetivo de la IFE 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.

La Instrucción recoge, también, 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.

La presente Instrucción contiene especificaciones que no han sido incluidas en las ETI de aplicación, complementando a éstas para la verificación del subsistema.

La 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).



# ÍNDICE

<b>PREÁMBULO</b> .....	<b>5</b>
<b>LIBRO PRIMERO: CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>9</b>
a. Antecedentes legales .....	9
b. Objeto de la Instrucción.....	10
c. Ámbito de aplicación.....	11
d. Componentes de interoperabilidad .....	12
e. Verificación del subsistema.....	12
<b>LIBRO SEGUNDO: NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA EN EL ÁMBITO DE LA DIRECTIVA (UE) 2016/797</b> .....	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>2. NORMAS NACIONALES</b> .....	<b>14</b>
2.1. Geometría de la línea aérea de contacto .....	14
<b>LIBRO TERCERO. INSTRUCCIONES ADICIONALES Y OTROS ASPECTOS DE LA PRESENTE INSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA</b> .....	<b>15</b>
<b>1. CONTENIDO DEL PRESENTE LIBRO</b> .....	<b>15</b>
<b>2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA</b> .....	<b>17</b>
2.1. Descripción del subsistema de energía .....	17
2.2. Partes del subsistema de energía .....	17
<b>3. REQUISITOS ESENCIALES</b> .....	<b>18</b>
3.1. Introducción .....	18
3.2. Clasificación.....	18
3.3. Verificación .....	18
<b>4. INSTRUCCIONES ADICIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA</b> .....	<b>18</b>
4.1. Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema.....	21
4.1.1 Parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía.....	22
4.1.2 Requisitos aplicables a los parámetros funcionales y técnicos que caracterizan el subsistema de energía.....	24
4.2. Especificación funcional y técnica de las interfaces .....	55
4.2.1 Material rodante .....	55
4.2.2 Infraestructura .....	59
4.2.3 Control-mando y señalización .....	59
4.2.4 Explotación y gestión del tráfico .....	60
4.2.5 Túneles.....	60
4.2.6 Accesibilidad para personas con discapacidad y de movilidad reducida.....	61
4.3. Normas de explotación .....	61
4.4. Plan de mantenimiento .....	61
4.5. Competencias profesionales.....	62
4.6. Condiciones de seguridad y salud.....	63
4.7. Registro de infraestructura .....	64

<b>5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD .....</b>	<b>64</b>
5.1. Lista de componentes de interoperabilidad .....	64
5.2. Prestaciones y especificaciones de los componentes .....	64
<b>6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA .....</b>	<b>65</b>
6.1. Componentes de interoperabilidad .....	65
6.1.1 Procedimientos de evaluación de la conformidad .....	65
6.1.2 Aplicación de los módulos.....	65
6.1.3 Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad .....	65
6.1.4 Procedimientos particulares de evaluación para el componente de interoperabilidad “línea aérea de contacto” .....	66
6.1.5 Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad .....	66
6.2. Subsistema de energía.....	66
6.2.1 Disposiciones generales.....	66
6.2.2 Aplicación de los módulos.....	68
6.2.3 Soluciones innovadoras.....	69
6.2.4 Procedimientos particulares de evaluación del subsistema.....	69
6.2.5 Evaluación del plan de mantenimiento (4.4) .....	75
6.3. Subsistemas que incluyen componentes de interoperabilidad sin declaración CE.....	76
<b>7. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN AL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.....</b>	<b>76</b>
7.1. Definiciones.....	76
7.2. Aplicación de la instrucción al subsistema de energía en el caso de líneas ferroviarias nuevas.....	77
7.3. Aplicación de la instrucción al subsistema de energía en el caso de líneas ferroviarias existentes.....	77
7.3.1 Establecimiento de las líneas área de contacto y/o alimentación eléctrica .....	77
7.3.2 Acondicionamiento o renovación de una línea ferroviaria .....	78
7.3.3 Sustitución en el marco del mantenimiento.....	79
7.3.4 Líneas electrificadas existentes que no están sujetas a un proyecto de renovación o acondicionamiento.....	80
7.4. Aplicación de la instrucción a túneles .....	80
7.4.1 Túneles nuevos.....	80
7.4.2 Túneles existentes.....	80
<b>APÉNDICES DEL ANEXO II .....</b>	<b>82</b>
<b>APÉNDICE A. GLOSARIO DE TÉRMINOS DE LA INSTRUCCIÓN .....</b>	<b>82</b>
<b>APÉNDICE B. REFERENCIAS NORMATIVAS .....</b>	<b>89</b>
B.1. Reglamentación contemplada en la instrucción IFE.....	89
B.2. Referencias normativas de la instrucción IFE .....	91
<b>APÉNDICE C. VERIFICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES ADICIONALES Y NORMAS NACIONALES DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA.....</b>	<b>93</b>
<b>APÉNDICE D. CUESTIONES PENDIENTES .....</b>	<b>95</b>
<b>APÉNDICE E. CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN LATERAL MÁXIMA DEL HILO DE CONTACTO .....</b>	<b>96</b>
<b>APÉNDICE F. VELOCIDAD BÁSICA FUNDAMENTAL DEL VIENTO.....</b>	<b>98</b>
<b>APÉNDICE G. SECCIÓN DE SEPARACIÓN DE SISTEMAS .....</b>	<b>99</b>
<b>ORDEN POR LA QUE SE APRUEBA LA INSTRUCCIÓN FERROVIARIA PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA (IFE) .....</b>	<b>100</b>

## 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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (en la actualidad Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible), 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 estas 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.

## **Subsistema de energía**

### **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.

## **Subsistema de energía**

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 presen-

te 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.

## **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**

<b>ANCHO DE VÍA APLICABLE (mm)</b>	<b>NORMA NACIONAL</b>	<b>PARÁMETRO ETI</b>	<b>ART. 75.1</b>
1435/1668	2.1. Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.9 ETI ENE	a)

## 2. Normas nacionales

### 2.1. Geometría de la línea aérea de contacto

En las líneas de velocidad inferior a 250 km/h la altura de los hilos de contacto en los pasos a nivel cumplirá los siguientes requisitos:

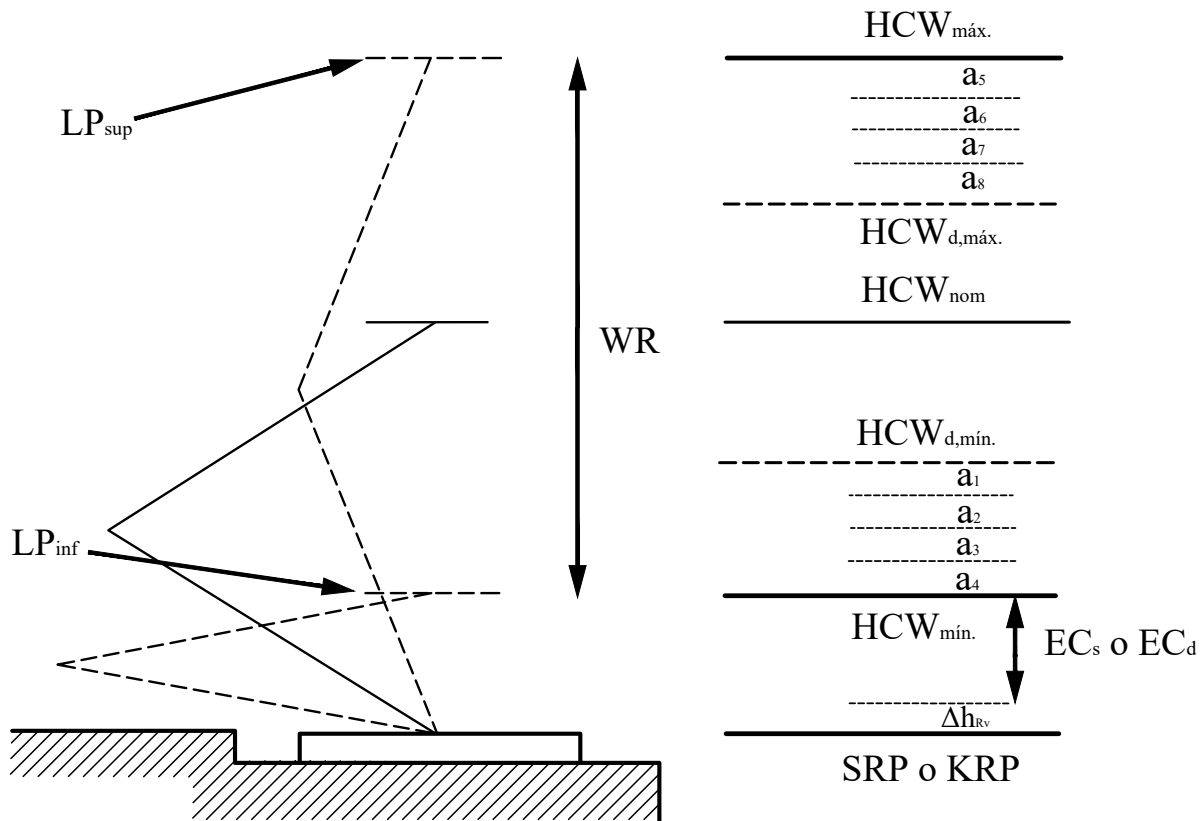
- La altura nominal puede ser mayor que la establecida en el cuadro 2.1. En esos casos, la altura máxima ( $HCW_{m\acute{a}x}$  de la figura 2.1) no puede ser mayor de 6,20 m.
- Si no se puede conseguir la altura máxima establecida en el cuadro 2.1, será necesario el montaje de pórticos de limitación 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 <sup>a</sup>

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  $a_8$  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

$HCW_{max}$  Altura máxima del hilo de contacto

$HCW_{d,mi}$  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

## **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 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<sup>1</sup> que debe satisfacer el subsistema de energía. Dichos requisitos comprenden:

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

Se incluyen asimismo las normas nacionales si bien los correspondientes requisitos se definen en el Libro segundo de la presente Instrucción.

El presente capítulo contiene los requisitos que deben cumplir los subsistemas de energía en las líneas de ancho ibérico y estándar europeo no contemplados en las ETI. Los requisitos para 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.

---

<sup>1</sup> Las instrucciones adicionales se definen en el apartado b) del Libro primero de la presente Instrucción.

## Subsistema de energía

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

## **Subsistema de energía**

### **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)

## **Subsistema de energía**

### **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 infraestructuras 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 infraestructuras. 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 autopulsadas, 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:*

## **Subsistema 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 del 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 infraestructuras 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 3 kV 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 25 kV 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.

## **Subsistema de energía**

### **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 ( $HCW_{m\acute{a}x}$  de la figura 4.1.2.2.1.4) no puede ser mayor de 6,20 m.

Cuadro 4.1.2.2.1.1. Geometría de la línea aérea de contacto

Descripción	$v \geq 250$ km/h	$v < 250$ km/h
Altura nominal del hilo de contacto (mm)	5300	
Altura mínima de diseño ( $HCW_{d,min}$ ) del hilo de contacto (mm)	5080	A determinar mediante los cálculos del apartado 4.1.2.2.1.4 del presente libro, en función del gálibo elegido <sup>a</sup>
Altura mínima de diseño ( $HCW_{d,min}$ ) del hilo de contacto (mm)	5300 <sup>b</sup>	6000 <sup>b</sup>
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) <sup>c</sup> 550 mm (para pantógrafo 1950 mm) <sup>c</sup>	

<sup>a</sup> 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.

<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> 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

## Subsistema de energía

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 <sup>a</sup>		Máxima variación de gradiente <sup>a</sup>	
		‰		‰
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

<sup>a</sup> 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 ( $HCW_{min}$ )

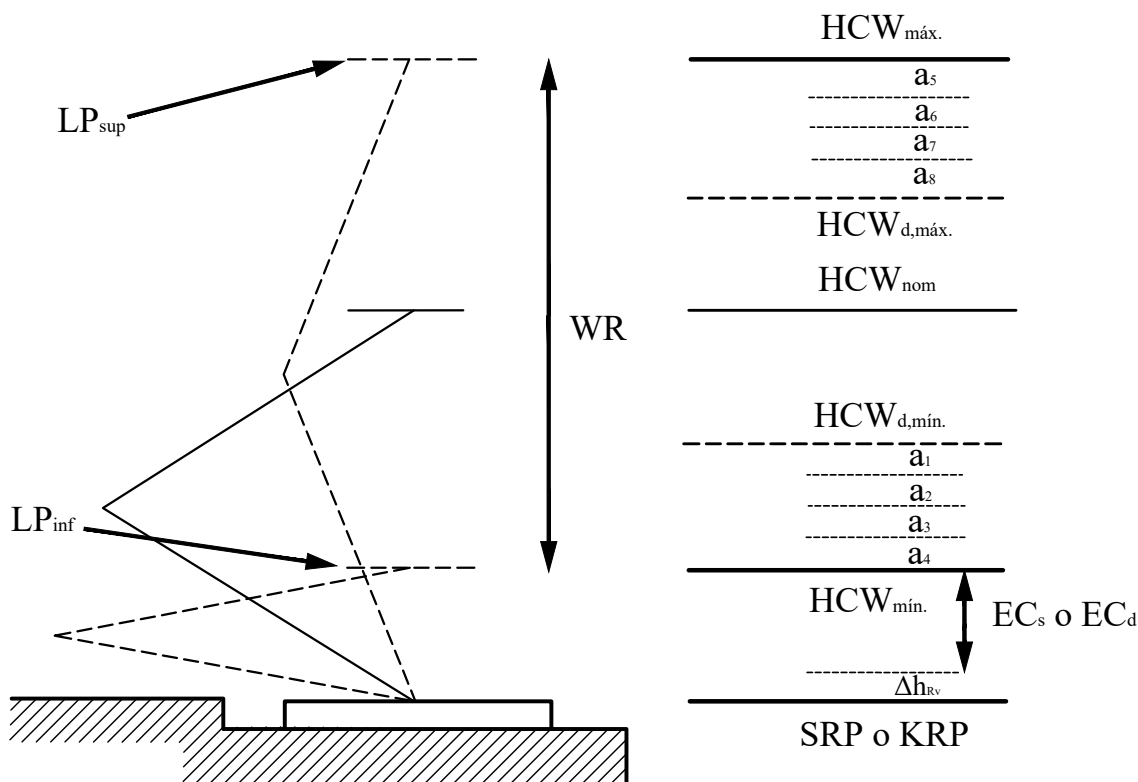
Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales en relación con el apartado 4.2.9.1 de la ETI de Energía:

## Subsistema 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<sub>1</sub> Tolerancia vertical de la vía
- a<sub>2</sub> Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos descendentes del mismo
- a<sub>3</sub> Desplazamientos dinámicos descendentes del hilo de contacto
- a<sub>4</sub> Efectos de la carga de hielo y de la temperatura de los conductores
- a<sub>5</sub> Tolerancia vertical de la vía
- a<sub>6</sub> Elevación del hilo de contacto por el pantógrafo y desplazamiento dinámico del hilo de contacto
- a<sub>7</sub> Tolerancia de la instalación del hilo de contacto para los desplazamientos ascendentes del mismo
- a<sub>8</sub> 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<sub>s</sub> para la distancia de aislamiento estática y EC<sub>d</sub> para la distancia de aislamiento dinámica, según se definen en el apartado 3.2 de la UNE-EN 50119.

a<sub>1</sub>: Tolerancia vertical de la vía, se tomarán los siguientes valores:

I Para vía balastada: 20 mm

I Para vía en placa: 5 mm

a<sub>2</sub>: Tolerancia de montaje del hilo de contacto: se tomará siempre un valor de 10 mm

a<sub>3</sub>: 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<sub>4</sub>: 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:

$$a_{4ice} = \frac{g_{IK} L^2}{8 (T_{cat} + T_{cont})}$$

**Subsistema de energía**

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 ( $L_{tun}$ )		
	$L_{tun} \leq 300$ m	$300m < L_{tun} \leq 500m$	$L_{tun} > 500$ 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).

$\Delta h_{RV}$ : 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.

- $HCW_{d,mín} = \max (HCW_{d,mín,EST} ; HCW_{d,mín,DIN})$

#### 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.

## Subsistema de energía

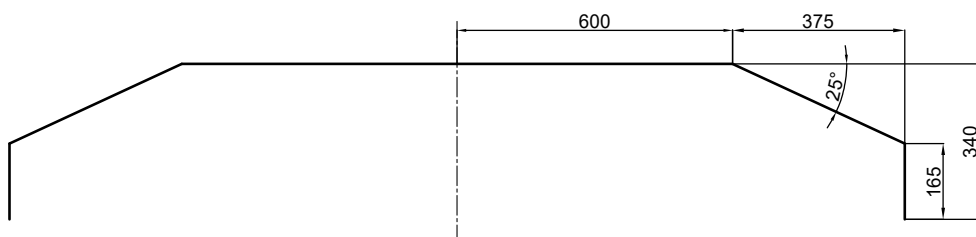
En el caso de líneas inicialmente diseñadas con ancho de vía nominal de 1668 mm en las que se prevea un futuro cambio a ancho de vía nominal de 1435 mm con descentramiento del eje de la vía, el gálibo mecánico y eléctrico del pantógrafo será la envolvente del gálibo obtenido en las dos situaciones.

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.

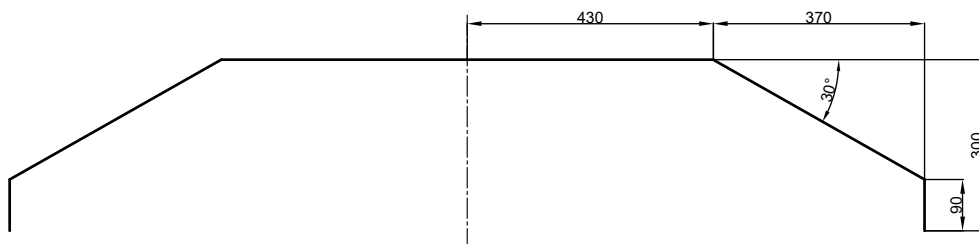
Ningún componente del subsistema de energía entrará dentro del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo salvo el hilo de contacto y el brazo de atirantado. Cualquier otro elemento que no esté aislado y se encuentre conectado a tierra o a potencial diferente al de la línea aérea de contacto deberá, además, 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.

**Subsistema de energía**

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.	$\leq 200$	300	$>0$
	$200 < v \leq 320$	350	
	$> 320$	400	
3 kV c.c.	$\leq 200$	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  $\sigma_{max}$

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 $\sigma_{\max}$ (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:*

## **Subsistema 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.

## Subsistema 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)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Para un sistema de línea aérea de contacto puede haber una diferencia de fase entre las diferentes partes del sistema, resultando una tensión entre fases mayor que la tensión nominal. En sistemas con autotransformador de 50 kV, existe una diferencia de fase de 180° entre todas las partes en tensión conectadas a la línea del *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° y 180° en emplazamientos de secciones neutras se traduce en un efecto similar.

El cuadro 4.1.2.2.12 proporciona límites para las distancias de aislamiento recomendadas en el aire que deberían alcanzarse entre las partes en tensión de un sistema de la línea de contacto en corriente alterna con fases diferentes.

**Cuadro 4.1.2.2.12. Distancia de aislamiento entre fases diferentes**

Tensión nominal (kV)	Diferencia de fase (grados)	Tensión relativa (kV)	Distancia de aislamiento recomendada (mm)	
			Estática	Dinámica
25	120	43,3	400	230
25	180	50	540	300

Cuando un pantógrafo pasa por el solape de una sección de separación de fases, durante un breve periodo de tiempo una tensión entre fases actúa entre ambas líneas de contacto. Por tanto, la distancia de aislamiento entre ambas líneas de contacto se debe seleccionar de acuerdo con las distancias de aislamiento dinámicas que se establecen en el cuadro 4.1.2.2.12. Esta distancia de aislamiento debe mantenerse en todos los casos.

### 4.1.2.2.13. Distancia entre conductores en paralelo (parámetro no incluido en la ETI de Energía)

Se incluyen las siguientes instrucciones adicionales:

Este parámetro es de aplicación a los cables desnudos que forman parte del sistema de la línea aérea de contacto (según se define en el apartado 3.1.1 de la UNE-EN 50119), excepto el hilo o hilos de contacto, el sustentador, sus colas o conductores de anclaje, colas de puntos fijos y péndolas.

Para estos elementos, las distancias entre los conductores en paralelo a distinta fase en las líneas de 25 kV c.a., o entre los conductores en paralelo de distinto circuito o paquete eléctrico en las líneas de 3 kV c.c., será de aplicación el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07, Instrucción técnica complementaria al Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, 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:

$$D = \sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

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:

## Subsistema de energía

- conductores de fase para líneas de 25 kV c.a. Se tomará como 0,7 según la tabla 15 de la ITC-LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero), salvo para el caso de conductores con diferencia de fase de 180° en el que se tomará como 0,8;
- conductores para líneas de 3 kV c.c. Se tomará como 0,10 m según la tabla 15 de la ITC-LAT 07 (Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero).

### 4.1.2.2.14. 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,  $\sigma_w$ , 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,  $K_{\text{desgaste}}$ , 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  $F_{B\text{min}}$  del sustentador se determinará según la normativa aplicable al tipo de cable empleado.

En relación con las cargas de viento,  $K_{\text{viento}}$ , 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:*

## **Subsistema de energía**

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:*

## **Subsistema de energía**

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:

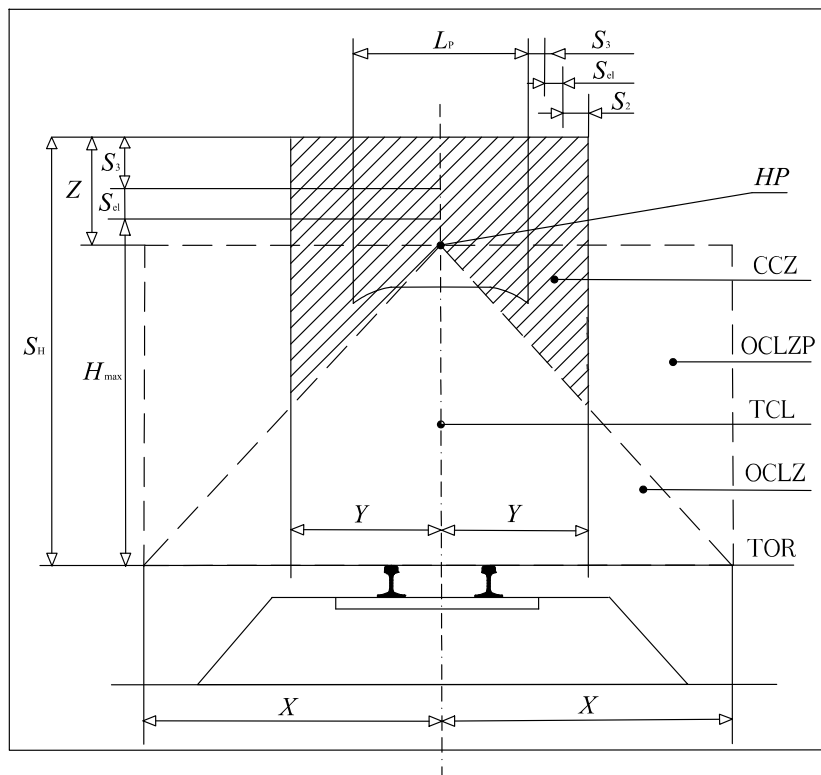
$$X = 5,0 \text{ m}$$

$$Y = 2,0 \text{ m}$$

$$Z = 1,5 \text{ m}$$

Adicionalmente, la zona de la línea aérea de contacto en los andenes, talleres y lugares similares se amplía al rectángulo OCLZP de la figura 4.1.2.4, formado por X (a ambos lados del eje de la vía) y HP (punto más alto de la línea aérea de contacto).

Figura 4.1.2.4. Zona de la línea aérea de contacto y zona de captación de corriente



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

$H_{máx.}$  Altura máxima del pantógrafo elevado completamente

## **Subsistema de energía**

### **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.

## **Subsistema de energía**

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.

## Subsistema de energía

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 cierren los accesos a zonas de pantógrafos.

La secuencia de puesta en tensión será la siguiente:

1. Se cierran los accesos a zonas de pantógrafos pudiendo extraer las llaves de las correspondientes cerraduras.
2. Se introducen las llaves de accesos a zonas de pantógrafos en la caja de enclavamiento.

Cuando todas las llaves de acceso a zonas de pantógrafos se han introducido en la caja de enclavamiento, se puede liberar la llave de alimentación.

3. Al extraer la llave del seccionador de alimentación, una señalización luminosa y acústica avisa de que la instalación puede energizarse.
4. Con la llave se libera el seccionador de puesta a tierra, desconectándolo, y finalmente: 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<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> 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)

## Subsistema de energía

Continuación:

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
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

Continuación:

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Gálibo del pantógrafo.	4.1.2.2.2	Gálibo.	4.2.3.1
		Geometría del arco del pantógrafo.	4.2.8.2.9.2
Fuerza de contacto estática	4.1.2.2.3	Fuerza estática de contacto del pantógrafo	4.2.8.2.9.5
Fuerza de contacto media	4.1.2.2.4	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	4.1.2.2.5	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
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.		
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

## Subsistema de energía

Continuación:

IFE		IF MR ALC-20	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
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	4.2.8.2.9.6
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
Gálibo del pantógrafo.	4.1.2.2.2	Gálibo de implantación de obstáculos	4.1.2 4.1.4.1.1
Sistemas de compensación.	4.1.2.2.16	Pasillos de evacuación en túneles	4.1.4.9.8
Electrificación de las instalaciones de cambio de ancho.	4.1.2.6.1	Instalaciones de cambio de ancho	4.1.4.11.1
Instalaciones de lavado bajo catenaria.	4.1.2.7	Instalaciones para limpieza exterior de los trenes	4.1.4.11.3
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

## Subsistema de energía

### 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 4.1.2.2.9	Compatibilidad de la ruta y composición del tren	4.2.2.5
		Preparación del libro de itinerarios	4.2.1.2.2.1

### 4.2.5 Túneles

Cuadro 4.2.5. Interfaces entre los subsistemas de energía y seguridad en túneles

IFE		ETI de Seguridad en túneles ferroviarios	
Parámetro	Apartado del libro tercero	Parámetro	Apartado
Segmentación de la línea aérea 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.

## **Subsistema de energía**

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.

## **Subsistema de energía**

### **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.*

## **Subsistema 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.

## **Subsistema de energía**

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) nº 402/2013 de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo. 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.

## **Subsistema de energía**

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 infraestructuras 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.

## Subsistema de energía

### 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)

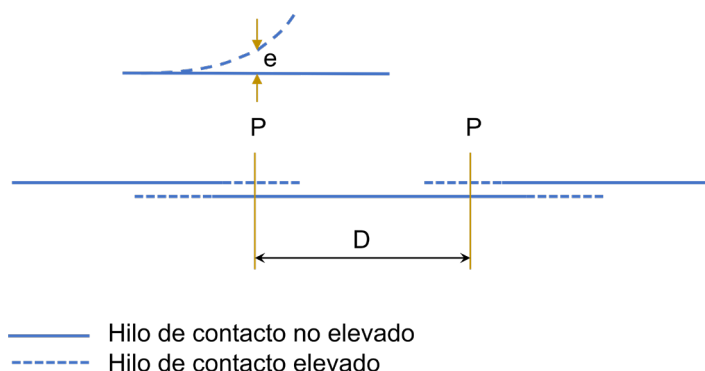
La evaluación de la conformidad del material del hilo de contacto se hará según la norma UNE-EN 50149, en todas las líneas mediante análisis de diseño, siempre que no se haya evaluado dicho parámetro en el componente.

### 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:

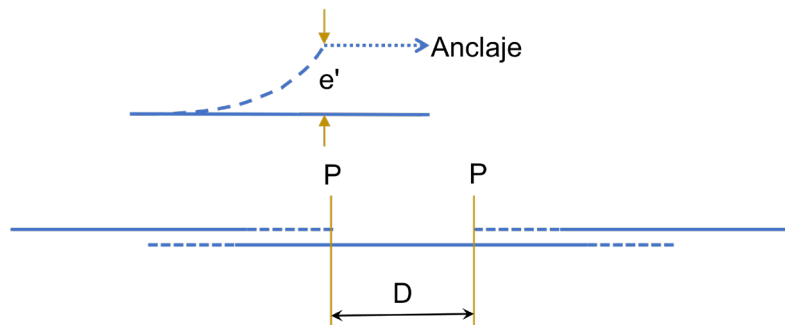
$$e \geq 15 + h \text{ (cm)}$$

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.

#### **6.2.5 Evaluación del plan de mantenimiento (4.4)**

*Se incluyen las siguientes prescripciones adicionales en relación con el apartado 6.2.4.7 de la ETI de Energía:*

El organismo notificado solo comprobará que el plan de mantenimiento está completo.

## **Subsistema de energía**

### **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 del 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 líneas 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 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. 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.

## **Subsistema de energía**

### **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 infraestructuras 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.

## **Subsistema de energía**

### **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 (en la actualidad Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible) dentro del marco de su política general en materia de desarrollo y financiación de infraestructuras.

**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 1435 mm.

**Ancho ibérico:** Corresponde a un ancho de vía nominal de 1668 mm.

**Autoridad ferroviaria:** Órgano del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (en la actualidad Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible) 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.

## Subsistema de energía

**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).

**Gálbo 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 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).

**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).

**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 gálbo 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).

## **Subsistema de energía**

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 15 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 aquellas 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.

## **Subsistema de energía**

**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 10 minutos con un riesgo anual de ser excedido de 0,02, independientemente de la dirección del viento y época del año, a 10 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 veinte 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 miembro 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 aquellas

### 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

## **Subsistema de energía**

«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.

## Subsistema de energía

Continuación:

Norma	Título
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.
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 <sup>a</sup>	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.

## Subsistema de energía

Continuación:

Parámetros que deben evaluarse	Procedimientos particulares de evaluación	Fase de desarrollo	Fases de producción		
		Análisis del diseño	Construcción, armado y montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
4.1.2.2.3. Fuerza de contacto estática		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.4. Fuerza de contacto media		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.5. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.8. Secciones de separación de fases		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.9. Secciones de separación de sistemas		X	n.a.	n.a.	n.a.
4.1.2.2.11. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de las líneas de contacto y tierra		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.2.12. Distancias de aislamiento entre partes en tensión de líneas de contacto de corriente alterna contiguas con fases distintas		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.2.13. Distancia entre conductores en paralelo		X	n.a.	X	n.a.
4.1.2.2.14. 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.

Continuación:

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
4.1.2.5.2. 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.

<sup>a</sup> 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

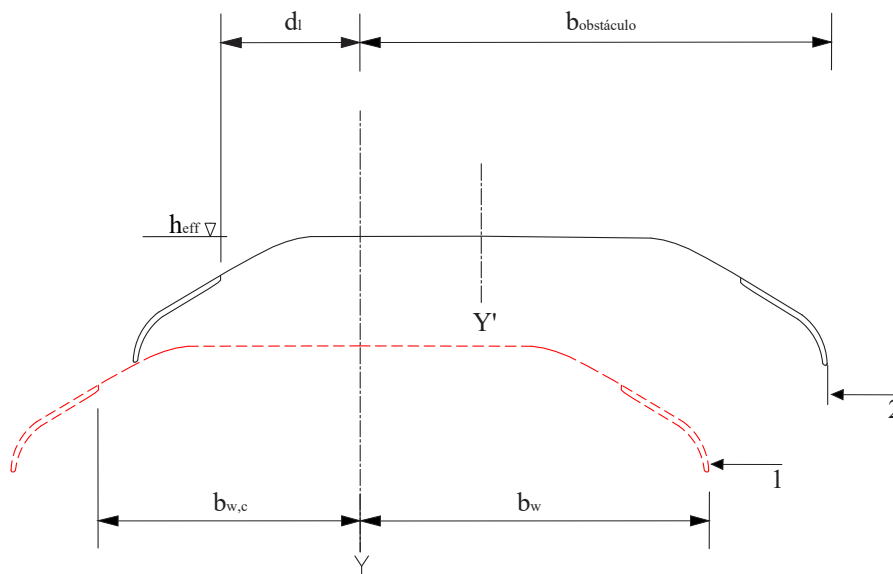
Se añaden las siguientes instrucciones adicionales a las incluidas en el apartado 4.1.2.2.1.1 del Libro tercero:

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:

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b_{obstáculo}$$

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

Para la obtención del parámetro  $b_{obstáculo}$  se seguirá lo indicado en la Instrucción ferroviaria de gálibos (Orden FOM 1630/2015, de 14 de julio) para la obtención del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo.

**Figura E. Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo**

Parámetro	Definición	Unidad
$b_{obstáculo}$	Distancia entre la perpendicular al plano de rodadura en el eje de la vía y el obstáculo, medida en una sección transversal, paralelamente al plano de rodadura y hacia el exterior de la curva.	m
$b_w$	Semiancho de la mesilla del pantógrafo	m
$b_{w,c}$	Semiancho de la zona conductora del arco del pantógrafo	m
$d_l$	Desviación lateral del hilo de contacto	m
$h_{eff}$	Altura del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo	m

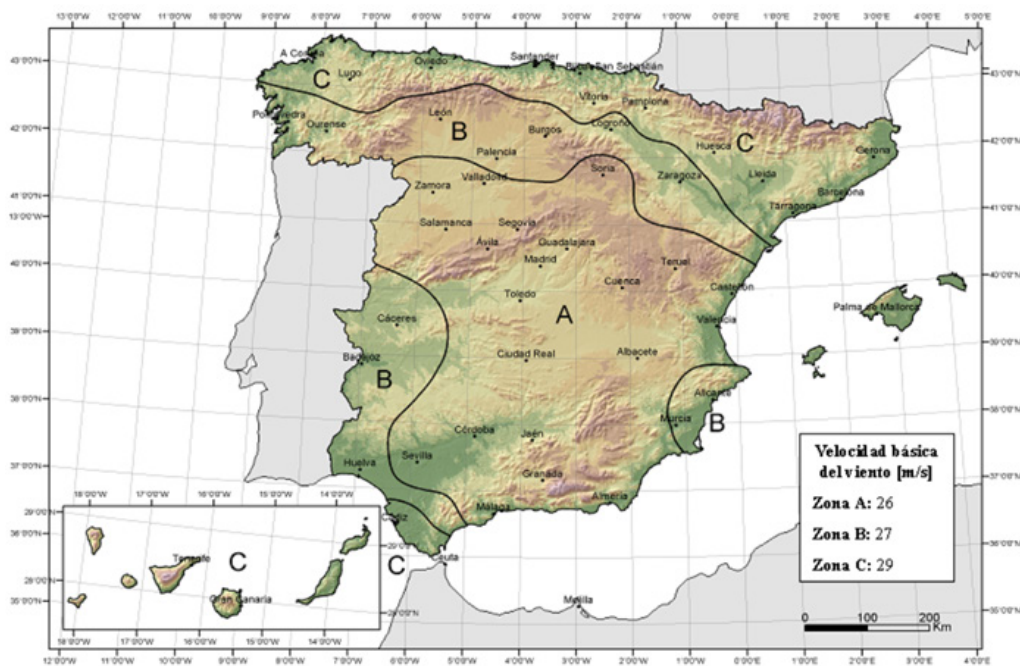
El valor del parámetro  $b_{w,c}$  en función del tipo de pantógrafo es el indicado a continuación:

- 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:

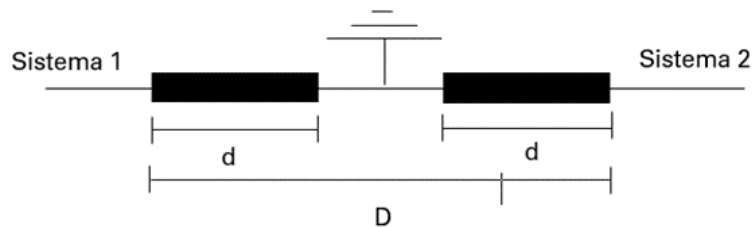
**Figura F. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento  $v_{b,0}$  (Fuente: Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código técnico de la edificación)**



## 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. En estos casos, si las tierras de ambos sistemas no están interconectadas, la conexión se realizará al sistema de puesta a tierra de c.a.

# **Orden por la que se aprueba la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE)**



**ORDEN 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.**

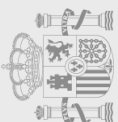
El Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias, incorpora al derecho interno la Directiva (UE) 2016/797 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea. 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 entreje 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) nº 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.

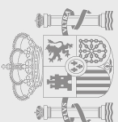
*Artículo 2. Aprobación de la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE).*

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 gálivos históricos se incluye en el anejo 3.

Las líneas ferroviarias existentes no acondicionadas se deberán catalogar como de gálivos 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. Gálibo de implantación de obstáculos, queda redactada como sigue:

«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.»

Cinco. La nota 2 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2. Gálibo de implantación de obstáculos,

queda redactada como sigue:

«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.»

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

«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.»

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

«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

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

«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.»

Nueve. La nota 6 del cuadro 1.2 del apartado 1.3.2. Gálibo 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 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.»

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	Gálibos de material rodante compatibles <sup>(1)</sup>	
	GED10	GEE10
GEE10	X	X
Inferior al gálibo límite GEE10 y superior al gálibo límite GED10	X	NO SIEMPRE <sup>(2)</sup>
GED10	X	
Inferior al gálibo límite GED10	NO SIEMPRE <sup>(3)</sup>	
<b>Cuadro 1.5 (bis). Compatibilidad entre material rodante e infraestructura en las líneas de ancho métrico</b>		

- (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° 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° 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 gálibos límites

considerado como suma de los desplazamientos aleatorios  $\frac{\sum j}{\sqrt{2}}$ . 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 gálibos límites considerado como suma de los desplazamientos aleatorios  $\frac{\sum j}{\sqrt{2}}$ . 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.

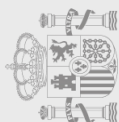
Velocidad (km/h)	Entreeje nominal (mm)
$V_{max} \leq 160$	3.808
$160 < V_{max} \leq 200$	4.000
$200 < V_{max} < 250$	4.300
$250 \leq V_{max} \leq 300$	4.300
$300 < V_{max} \leq 350$	4.700
<b>Cuadro 3.13. Distancia nominal entre ejes de vías (valores normales)</b>	

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 entreaje 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.*

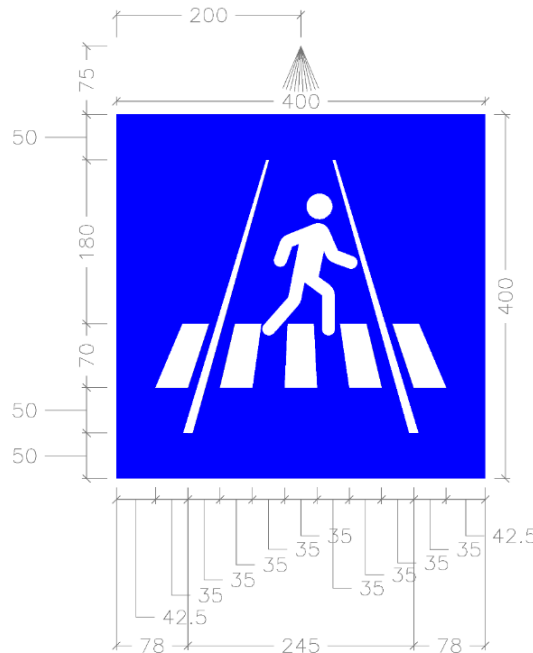
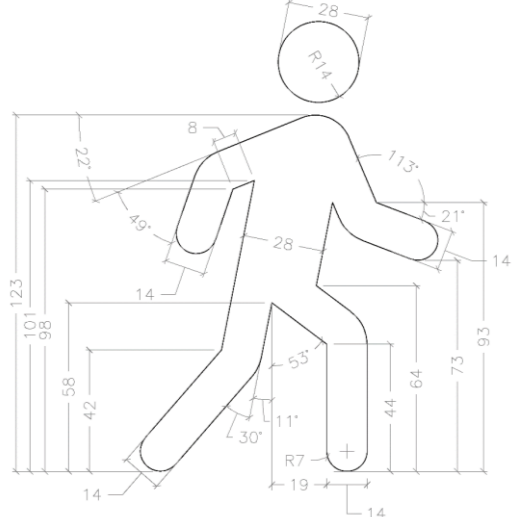
Uno. Al final del apartado 3.13 Cartelones, se añade la "Ficha 99 bis" siguiente:

FIRMADO

FIRMADO por : RAQUEL SANCHEZ JIMENEZ. A fecha: 15/02/2023 04:58 PM  
 MINISTRA  
 Total folios: 446 (14 de 446) - Código Seguro de Verificación: MFOM02SC672549C31FE013EC60DB  
 Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA



<b>CÓDIGO DE SEÑAL:</b> <b>F115AÑ</b>	<b>TIPO DE SEÑAL:</b> <b>FIJA INDICADORA</b>
<b>ESQUEMA:</b>   <p style="text-align: right;">medidas en mm</p>	
<b>FORMA: 1 PLACA CUADRADA DE INDICACIÓN FIJA.</b>	
<b>COLOR: FONDO AZUL. INSCRIPCIONES EN BLANCO. TODO RETRORREFLECTANTE CLASE RA1.</b>	
<b>DENOMINACIÓN: CRUCE ENTRE ANDENES.</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b>	

**Ficha 99 bis**

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

<p>CÓDIGO DE SEÑAL: <b>FI15A / FI15Abis</b></p>	<p>TIPO DE SEÑAL: <b>FIJA INDICADORA CON EVENTUAL BANDA LUMINOSA</b></p>
<p>ESQUEMA:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="336 439 807 981"> <p style="text-align: center;"><b>FI15A</b></p> </div> <div data-bbox="895 439 1366 994"> <p style="text-align: center;"><b>FI15Abis</b></p> </div> </div> <p style="text-align: right;">medidas en mm</p>	
<p>FORMA: <b>1 PLACA RECTANGULAR DE INDICACIÓN FIJA, CON O SIN 1 PANEL LUMINOSO EN FORMA DE BANDA DIAGONAL.</b></p>	
<p>COLOR: <u>Placa</u>: <b>FONDO NEGRO. LETRA BLANCA RETRORREFLECTANTE CLASE RA1</b> <u>Panel</u> (banda eventual): <b>AZUL.</b></p>	
<p>DENOMINACIÓN: <b>SILBAR.</b></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 149.1.21º y 24º 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.

FIRMADO

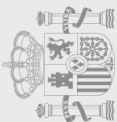
Disposición final quinta. *Entrada en vigor.*

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

Madrid, de febrero de 2023

LA MINISTRA DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA,

FIRMADO por : RAQUEL SANCHEZ JIMENEZ. A fecha: 15/02/2023 04:58 PM  
MINISTRA  
Total fotos: 446 (16 de 446) - Código Seguro de Verificación: MF0M025C672549C31FE013EC60DB  
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>



MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA