Este documento es un instrumento de documentación y no compromete la responsabilidad de las instituciones

►**B**

REGLAMENTO (UE) Nº 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

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(DO L 356 de 12.12.2014, p. 179)

Rectificado por:

►**C1** Rectificación, DO L 13 de 20.1.2015, p. 13 (1301/2014)

▼B

REGLAMENTO (UE) Nº 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

(Texto pertinente a efectos del EEE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Vista la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad ([1]), y, en particular, su artículo 6, apartado 1,

Considerando lo siguiente:

(1) El artículo 12 del Reglamento (CE) nº 881/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo ([2]) establece que la Agencia Ferroviaria Europea (en lo sucesivo denominada «la Agencia») velará por la adaptación de las especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETI) al progreso técnico, a la evolución del mercado y a las exigencias sociales y propondrá a la Comisión las modificaciones de las ETI que considere necesarias.

(2) Mediante la Decisión C(2010) 2576 de 29 de abril de 2010, la Comisión dio a la Agencia un mandato para la elaboración y la revisión de las ETI con el fin de ampliar su ámbito de aplicación a todo el sistema ferroviario de la Unión. En virtud de ese mandato, se pidió a la Agencia que ampliase el ámbito de la ETI relativa al subsistema de energía a todo el sistema ferroviario de la Unión Europea.

(3) El 24 de diciembre de 2012, la Agencia publicó una recomendación sobre las modificaciones de la ETI relativa al subsistema de energía (ERA/REC/11-2012/INT).

(4) Con objeto de seguir el ritmo de la evolución técnica e impulsar la modernización, deben promoverse soluciones innovadoras y su aplicación debe admitirse bajo ciertas condiciones. Cuando se proponga una solución innovadora, el fabricante o su representante autorizado indicarán en qué se diferencia del apartado pertinente de la ETI o en qué lo complementa, y dicha solución innovadora debe ser evaluada por la Comisión. En caso de que dicha evaluación resulte positiva, la Agencia diseñará las especificaciones funcionales y de interfaz apropiadas de la solución innovadora y desarrollará los métodos de evaluación pertinentes.

([1]) DO L 191 de 18.7.2008, p. 1.
([2]) Reglamento (CE) nº 881/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se crea una Agencia Ferroviaria Europea (DO L 164 de 30.4.2004, p. 1).

▼B

(5) La ETI de energía que establece el presente Reglamento no contempla todos los requisitos esenciales. Con arreglo al artículo 5, apartado 6, de la Directiva 2008/57/CE, los aspectos técnicos no contemplados por el Reglamento deben considerarse «cuestiones pendientes» que se regirán por las normas nacionales aplicables en cada Estado miembro.

(6) Con arreglo al artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, los Estados miembros deben notificar a la Comisión y a los demás Estados miembros los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación que hayan de seguirse para los casos específicos, así como los organismos responsables de aplicarlos. Esta obligación será igualmente aplicable en lo que se refiere a las cuestiones pendientes.

(7) El tráfico ferroviario se efectúa actualmente en virtud de los acuerdos nacionales, bilaterales, multilaterales o internacionales vigentes. Es importante que tales acuerdos no obstaculicen los progresos actuales y futuros hacia la interoperabilidad. Por tanto, los Estados miembros deben notificar tales acuerdos a la Comisión.

(8) Con arreglo al artículo 11, apartado 5, de la Directiva 2008/57/CE, la ETI de energía debe permitir, durante un período limitado, la incorporación de componentes de interoperabilidad a los subsistemas carentes de certificación, siempre que se cumplan ciertas condiciones.

(9) Deben, por lo tanto, derogarse las Decisiones 2008/284/CE ([1]) y 2011/274/UE ([2]) de la Comisión.

(10) Con el fin de evitar costes adicionales y cargas administrativas innecesarios, las Decisiones 2008/284/CE y 2011/274/UE deben seguir aplicándose, una vez derogadas, a los subsistemas y proyectos a los que se hace referencia en el artículo 9, apartado 1, letra a), de la Directiva 2008/57/CE.

(11) Con objeto de garantizar la interoperabilidad del subsistema de energía, deberá ponerse en marcha un plan para una implementación progresiva.

(12) Habida cuenta de que el sistema de captación de datos reúne datos procedentes de sistemas de a bordo de medición de energía, los Estados miembros deben garantizar el desarrollo y la aprobación, a efectos de facturación, de un sistema capaz de recibir tales datos.

([1]) Decisión 2008/284/CE de la Comisión, de 6 de marzo de 2008, sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (DO L 104 de 14.4.2008, p. 1).

([2]) Decisión 2011/274/UE de la Comisión, de 26 de abril de 2011, sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional (DO L 126 de 14.5.2011, p. 1).

▼B

(13) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité establecido en virtud del artículo 29, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE.

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Objeto

Se aprueba la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) referente al subsistema de energía del sistema ferroviario de la Unión Europea que figura en el anexo.

Artículo 2

Ámbito

1. La presente ETI se aplicará a cualquier subsistema de energía nuevo, acondicionado o renovado del sistema ferroviario de la Unión Europea, según figura en el anexo II, punto 2.2, de la Directiva 2008/57/CE.

2. Sin perjuicio de los artículos 7 y 8 y el punto 7.2 del anexo, la ETI se aplicará a las líneas ferroviarias nuevas de la Unión Europea que se pongan en servicio desde el 1 de enero de 2015.

3. La ETI no se aplicará a la infraestructura existente del sistema ferroviario de la Unión Europea que ya se haya puesto en servicio en la red de cualquier Estado miembro, ya sea en toda la red o en una parte de ella, a 1 de enero de 2015, excepto cuando deba someterse a renovación o acondicionamiento conforme al artículo 20 de la Directiva 2008/57/CE y al punto 7.3 del anexo.

4. La ETI se aplicará a las siguientes redes:

a) la red del sistema ferroviario transeuropeo convencional descrita en el anexo I, punto 1.1, de la Directiva 2008/57/CE;

b) la red del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (TEN) descrita en el anexo I, punto 2.1, de la Directiva 2008/57/CE;

c) otras partes de la red del sistema ferroviario de la Unión;

y excluye los casos a los que se refiere el artículo 1, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE.

5. La ETI se aplicará a las redes con los siguientes anchos de vía nominales: 1 435 mm, 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm y 1 668 mm.

▼B

6. Se excluye el ancho métrico del ámbito técnico de la presente ETI.

Artículo 3

Cuestiones pendientes

1. En relación con los aspectos clasificados como «cuestiones pendientes» en el apéndice F de la ETI, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de la interoperabilidad de conformidad con el artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE serán las normas nacionales aplicables en el Estado miembro que autorice la puesta en servicio del subsistema objeto del presente Reglamento.

2. En el plazo de seis meses desde la entrada en vigor del presente Reglamento, cada Estado miembro notificará a los demás Estados miembros y a la Comisión la siguiente información, siempre y cuando no se haya notificado ya, en virtud de las Decisiones 2008/284/CE y 2011/274/UE de la Comisión:

a) las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;

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

c) los organismos designados con arreglo al artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE para llevar a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación con respecto a las cuestiones pendientes.

Artículo 4

Casos específicos

1. En relación con los casos específicos mencionados en el punto 7.4.2 del anexo del presente Reglamento, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de la interoperabilidad de conformidad con el artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE serán las normas nacionales aplicables utilizadas en el Estado miembro que autorice la puesta en servicio del subsistema objeto del presente Reglamento.

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

a) las normas nacionales a las que se refiere el apartado 1;

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

c) los organismos designados con arreglo al artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE para llevar a cabo los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación en los casos específicos referidos en el punto 7.4.2 del anexo.

▼B

Artículo 5

Notificación de los acuerdos bilaterales

1. Los Estados miembros notificarán a la Comisión, a más tardar el 1 de julio de 2015, todos los acuerdos existentes a escala nacional, bilateral, multilateral o internacional entre Estados miembros y empresas ferroviarias, administradores de infraestructura o países no miembros, requeridos por las características específicas o locales del servicio ferroviario previsto o que ofrezcan niveles significativos de interoperabilidad local o regional.

Dicha obligación no se aplica a los acuerdos que ya hayan sido notificados con arreglo a la Decisión 2008/284/CE de la Comisión.

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

Artículo 6

Proyectos en fase avanzada de desarrollo

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

Artículo 7

Certificado CE de verificación

1. Podrá expedirse un certificado «CE» de verificación para un subsistema que contenga componentes de interoperabilidad que carezcan de una declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso, durante un período transitorio que finalizará el 31 de mayo de 2021, a condición de que se cumplan los requisitos establecidos en el punto 6.3 del anexo.

2. La construcción, acondicionamiento o renovación del subsistema que utilice componentes de interoperabilidad no certificados deberá finalizarse dentro del período transitorio establecido en el apartado 1, incluida su puesta en servicio.

3. Durante el período transitorio establecido en el apartado 1:

a) el organismo notificado deberá especificar adecuadamente los motivos por los que no se ha certificado cualquier componente de interoperabilidad antes de conceder el certificado «CE» en virtud del artículo 18 de la Directiva 2008/57/CE;

▼B

b) conforme al artículo 16, apartado 2, letra c), de la Directiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ([1]), las autoridades nacionales de seguridad informarán del uso de componentes de interoperabilidad no certificados en el contexto de los procedimientos de autorización en su informe anual contemplado en el artículo 18 de la Directiva 2004/49/CE.

4. A partir del 1 de enero de 2016, los nuevos componentes de interoperabilidad producidos deberán contar con una declaración «CE» de conformidad o idoneidad para el uso.

Artículo 8

Evaluación de la conformidad

1. Los procedimientos de evaluación de la conformidad, idoneidad para el uso y verificación CE establecidos en la sección 6 del anexo se basarán en los módulos definidos en la Decisión 2010/713/UE de la Comisión ([2]).

2. El certificado del examen de tipo o de diseño de los componentes de interoperabilidad será válido durante un período de siete años. Durante ese período, se permitirá poner en servicio nuevos componentes del mismo tipo sin necesidad de una nueva evaluación de conformidad.

3. Los certificados a que se refiere el apartado 2 que se hayan expedido con arreglo a los requisitos establecidos en la Decisión 2011/274/UE de la Comisión (ETI de energía del sistema ferroviario convencional) o en la Decisión 2008/284/CE de la Comisión (ETI de energía del sistema ferroviario de alta velocidad) seguirán siendo válidos, sin necesidad de proceder a una nueva evaluación de la conformidad, hasta la fecha de expiración fijada inicialmente. A fin de renovar un certificado, se volverá a evaluar el diseño o tipo únicamente con arreglo a los requisitos nuevos o modificados que figuran en el anexo del presente Reglamento.

Artículo 9

Implementación

1. La sección 7 del anexo establece los pasos que se deberán seguir para implementar un subsistema de energía completamente interoperable.

([1]) Directiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican la Directiva 95/18/CE del Consejo sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias y la Directiva 2001/14/CE relativa a la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria, aplicación de cánones por su utilización y certificación de la seguridad (Directiva de seguridad ferroviaria) (DO L 164 de 30.4.2004, p. 44).

([2]) 2010/713/UE: Decisión de la Comisión, de 9 de noviembre de 2010, sobre los módulos para los procedimientos de evaluación de la conformidad, idoneidad para el uso y verificación CE que deben utilizarse en las especificaciones técnicas de interoperabilidad adoptadas en virtud de la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 319 de 4.12.2010, p. 1).

▼B

Sin perjuicio del artículo 20 de la Directiva 2008/57/CE, los Estados miembros prepararán un plan nacional de implementación, que describa sus acciones adoptadas para ajustarse a la ETI, de conformidad con la sección 7 del anexo. Los Estados miembros enviarán su plan nacional de implementación a los demás Estados miembros y a la Comisión a más tardar el 31 de diciembre de 2015. Los Estados miembros que ya hayan enviado su plan de implementación no tendrán que enviarlo nuevamente.

2. De conformidad con el artículo 20 de la Directiva 2008/57/CE, cuando se solicite una nueva autorización y si la ETI no se aplica íntegramente, los Estados miembros comunicarán la siguiente información a la Comisión:

— el motivo por el cual no se ha aplicado íntegramente la ETI,

— las características técnicas aplicables en lugar de la ETI,

— los organismos encargados de efectuar el procedimiento de verificación contemplado en el artículo 18 de la Directiva 2008/57/CE.

3. Los Estados miembros presentarán a la Comisión un informe sobre la aplicación del artículo 20 de la Directiva 2008/57/CE relativa al subsistema de energía a los tres años de la entrada en vigor del presente Reglamento. Este informe se discutirá en el Comité establecido en virtud del artículo 29 de la Directiva 2008/57/CE y, si procede, se adaptará la ETI del anexo.

4. Además de la implementación del sistema de captación de datos de energía (DCS) situado en tierra definido en el punto 7.2.4 del anexo y sin perjuicio de las disposiciones recogidas en el punto 4.2.8.2.8 del anexo del Reglamento (UE) nº 1302/2014 de la Comisión [1] (nueva ETI de locomotoras y material rodante de viajeros), los Estados miembros velarán por la implementación de un sistema de gestión de datos para liquidación situado en tierra capaz de recibir datos de un sistema de captación de datos (DCS) y aceptarlos a efectos de facturación, dos años después de cerrar las cuestiones pendientes mencionadas en el punto 4.2.17 del anexo. El sistema de gestión de datos para liquidación situado en tierra deberá ser capaz de intercambiar los datos de facturación de energía compilados (CEBD) con otros sistemas de gestión de datos para liquidación, validar los CEBD y asignar los datos de consumo a las partes correspondientes. Esto se hará teniendo en cuenta la legislación pertinente en materia de mercado de la energía.

Artículo 10

Soluciones innovadoras

1. A efectos de adecuación al progreso tecnológico, pueden ser necesarias soluciones innovadoras que no cumplan las especificaciones contempladas en el anexo o a las cuales no puedan aplicarse los métodos de evaluación previstos en el mismo.

2. Las soluciones innovadoras pueden relacionarse con el subsistema de energía, sus partes y sus componentes de interoperabilidad.

[1] Reglamento (UE) nº 1302/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre una especificación técnica de interoperabilidad relativa al subsistema de material rodante (locomotoras y material rodante de viajeros) del sistema ferroviario dentro de la Unión Europea (véase la página 228 del presente Diario Oficial).

▼B

3. Si se propone una solución innovadora, el fabricante o su representante autorizado en la Unión indicarán en qué se diferencia de las disposiciones pertinentes de la presente ETI o cómo las complementa, y someterán tales diferencias al análisis de la Comisión. La Comisión puede exigir el dictamen de la Agencia sobre la propuesta de solución innovadora realizada.

4. La Comisión presentará un dictamen sobre la solución innovadora propuesta. Si dicho dictamen resulta favorable, se elaborarán las especificaciones funcionales y de interfaz y el método de evaluación, necesarios para su inclusión en la ETI a fin de permitir el uso de esta solución innovadora y, posteriormente, se integrarán en la ETI durante el proceso de revisión conforme al artículo 6 de la Directiva 2008/57/CE. Si el dictamen es negativo, la solución innovadora propuesta no podrá utilizarse.

5. En espera de la revisión de la ETI, el dictamen favorable emitido por la Comisión se considerará un medio aceptable de cumplimiento de los requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE y será admisible a efectos de evaluación del subsistema.

Artículo 11

Derogación

Quedan derogadas las Decisiones 2008/284/CE y 2011/274/UE, con efectos a partir del 1 de enero de 2015.

No obstante, seguirán aplicándose a:

a) los subsistemas autorizados de conformidad con dichas Decisiones;

b) los proyectos de subsistemas nuevos, renovados o acondicionados que se hallen en fase avanzada de desarrollo, o bien sean objeto de contratos en curso de ejecución en la fecha de publicación del presente Reglamento.

Artículo 12

Entrada en vigor

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

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

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

▼B

ANEXO

ÍNDICE

1. Introducción

1.1. Ámbito técnico

1.2. Ámbito geográfico

1.3. Contenido de la presente ETI

2. Definición del subsistema de energía

2.1. Definición

2.1.1. Alimentación eléctrica

2.1.2. Geometría de la línea aérea de contacto (LAC) y calidad de la captación de corriente

2.2. Interfaces con otros subsistemas

2.2.1. Introducción

2.2.2. Interfaces de la presente ETI con la ETI de seguridad en los túneles

3. Requisitos esenciales

4. Caracterización del subsistema

4.1. Introducción

4.2. Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema

4.2.1. Disposiciones generales

4.2.2. Parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía

4.2.3. Tensión y frecuencia

4.2.4. Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación

4.2.5. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo

4.2.6. Frenado de recuperación

4.2.7. Medidas de coordinación de la protección eléctrica

4.2.8. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.

4.2.9. Geometría de la línea aérea de contacto

4.2.10. Gálibo del pantógrafo

4.2.11. Fuerza de contacto media

4.2.12. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente

4.2.13. Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto

4.2.14. Material del hilo de contacto

4.2.15. Secciones de separación de fases

4.2.16. Secciones de separación de sistemas

▼B

4.2.17. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra

4.2.18. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

4.3. Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces

4.3.1. Requisitos generales

4.3.2. Interfaz con el subsistema de material rodante.

4.3.3. Interfaz con el subsistema de infraestructura

4.3.4. Interfaz con los subsistemas de control-mando y señalización

4.3.5. Interfaz con el subsistema de explotación y gestión del tráfico

4.4. Normas de explotación

4.5. Normas de mantenimiento

4.6. Competencias profesionales

4.7. Condiciones de seguridad y salud

5. Componentes de interoperabilidad

5.1. Lista de componentes

5.2. Prestaciones y especificaciones de los componentes

5.2.1. Línea aérea de contacto

6. Evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad y verificación CE de los subsistemas

6.1. Componentes de interoperabilidad

6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad

6.1.2. Aplicación de los módulos

6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad

6.1.4. Procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto

6.1.5. Declaración CE de conformidad del componente de interoperabilidad LAC

6.2. Subsistema de energía

6.2.1. Disposiciones generales

6.2.2. Aplicación de los módulos

6.2.3. Soluciones innovadoras

6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema de energía

6.3. Subsistema que incluye componentes de interoperabilidad sin declaración CE

6.3.1. Condiciones

6.3.2. Documentación

6.3.3. Mantenimiento de los subsistemas certificados de acuerdo con 6.3.1

7. Implementación de la ETI de energía

7.1. Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias

7.2. Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias nuevas, renovadas o acondicionadas

▼B

7.2.1. Introducción

7.2.2. Plan de implementación de tensión y frecuencia

7.2.3. Plan de implementación de la geometría de la línea aérea de contacto

7.2.4. Implementación del sistema de captación de datos de energía situado en tierra

7.3. Aplicación de la presente ETI a las líneas existentes

7.3.1. Introducción

7.3.2. Acondicionamiento/renovación de la LAC y/o la alimentación eléctrica

7.3.3. Parámetros relacionados con el mantenimiento

7.3.4. Subsistemas existentes que no están sujetos a un proyecto de renovación o acondicionamiento

7.4. Casos específicos

7.4.1. Consideraciones generales

7.4.2. Lista de casos específicos

Apéndice A — Evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad

Apéndice B — Verificación CE del subsistema de energía

Apéndice C — Tensión útil media

Apéndice D — Especificación del gálibo del pantógrafo

Apéndice E — Lista de normas citadas

Apéndice F — Lista de cuestiones pendientes

Apéndice G — Glosario

▼B

1. INTRODUCCIÓN

1.1. **Ámbito técnico**

1) La presente ETI se refiere al subsistema de energía y a parte del subsistema de mantenimiento del sistema ferroviario de la Unión de conformidad con el artículo 1 de la Directiva 2008/57/CE.

2) EL subsistema de energía se define en el anexo II, sección 2.2, de la Directiva 2008/57/CE.

3) El ámbito técnico de la ETI se define ampliamente en el artículo 2 del presente Reglamento.

1.2. **Ámbito geográfico**

El ámbito geográfico de la presente ETI se define en el capítulo 2, apartado 4, del presente Reglamento.

1.3. **Contenido de la presente ETI**

1) De conformidad con el artículo 5, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, en esta ETI:

a) se indica su ámbito de aplicación (sección 2);

b) se establecen los requisitos esenciales del subsistema de energía (capítulo 3);

c) se establecen las especificaciones funcionales y técnicas que deben respetar el subsistema y sus interfaces respecto de otros subsistemas (capítulo 4);

d) se determinan los componentes de interoperabilidad y las interfaces que deben ser objeto de las especificaciones europeas, incluidas las normas europeas, que son necesarias para lograr la interoperabilidad del sistema ferroviario de la Unión (capítulo 5);

e) se establece, en cada caso considerado, qué procedimientos deben emplearse para evaluar la conformidad o la idoneidad para el uso de dichos componentes, por una parte, o la verificación CE de los subsistemas, por otra (capítulo 6);

f) se establece el plan de implementación de la presente ETI (capítulo 7);

g) se indica, para el personal afectado, las competencias profesionales y las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo para la explotación y el mantenimiento del subsistema, así como para la implementación de la ETI (capítulo 4).

2) De acuerdo con el artículo 5, apartado 5, de la Directiva 2008/57/CE, en el capítulo 7 se indican disposiciones para casos específicos.

3) Los requisitos de la presente ETI son válidos para los sistemas de todos los anchos de vía dentro del ámbito de la presente ETI, a excepción de un apartado que se refiera a sistemas de anchos de vía específicos o a anchos de vía nominales específicos.

▼B

2. DEFINICIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

2.1. **Definición**

1) Esta ETI comprende todas las instalaciones fijas necesarias para lograr la interoperabilidad y para suministrar energía de tracción a un tren.

2) El subsistema de energía se compone de:

a) subestaciones: conectadas por su lado primario a la red de alta tensión y que transforman la alta tensión en una tensión y/o la convierten en un sistema de alimentación eléctrica adecuado para los trenes; las subestaciones se conectan por su lado secundario al sistema de la línea aérea de contacto del ferrocarril;

b) puestos de seccionamiento: equipos eléctricos situados en puntos intermedios entre subestaciones para alimentar y poner en paralelo las líneas aéreas de contacto y para proporcionar protección, aislamiento y alimentación auxiliar;

c) secciones de separación: equipos necesarios para permitir la transición entre distintos sistemas eléctricos o entre fases distintas del mismo sistema eléctrico;

d) sistema de la línea de contacto: sistema que distribuye la energía eléctrica a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente. La línea aérea de contacto está equipada asimismo con disyuntores 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;

e) circuito de retorno: todos los conductores a lo largo del recorrido previsto para 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 de infraestructura.

3) De conformidad con el anexo II, sección 2.2, de la Directiva 2008/57/CE, la parte de tierra del sistema de medición del consumo de la electricidad, denominado en la presente ETI sistema de captación de datos de energía situado en tierra, se establece en el apartado 4.2.17 de la presente ETI.

2.1.1. *Alimentación eléctrica*

1) El objetivo del sistema de alimentación eléctrica es suministrar energía eléctrica a todos los trenes con el fin de cumplir el horario previsto.

2) Los parámetros básicos del sistema de alimentación eléctrica se definen en el apartado 4.2.

2.1.2. *Geometría de la línea aérea de contacto (LAC) y calidad de la captación de corriente*

1) El objetivo es garantizar la transferencia fiable y continua de la energía eléctrica desde el sistema de suministro eléctrico al material rodante. La interacción entre la línea aérea de contacto y el pantógrafo es un aspecto importante de la interoperabilidad.

▼B

2) Los parámetros básicos que se refieren a la geometría de la LAC y la calidad de la captación de corriente se establecen en el apartado 4.2.

2.2. **Interfaces con otros subsistemas**

2.2.1. *Introducción*

1) El subsistema de energía interacciona con otros subsistemas del sistema ferroviario para conseguir el rendimiento previsto. A continuación se enumeran estos subsistemas:

a) material rodante;

b) infraestructura;

c) control-mando y señalización en tierra;

d) control-mando y señalización a bordo;

e) explotación y gestión del tráfico.

2) El apartado 4.3 de la presente ETI establece la especificación técnica y funcional de las interfaces.

2.2.2. *Interfaces de la presente ETI con la ETI de seguridad en los túneles*

En la ETI de seguridad en los túneles se establecen los requisitos relativos al subsistema de energía para la seguridad en los túneles.

3. REQUISITOS ESENCIALES

El cuadro siguiente recoge los parámetros básicos de la presente ETI y su correspondencia con los requisitos esenciales, tal y como se establecen y se enumeran en el anexo III de la Directiva 2008/57/CE.

Punto ETI	Título del punto ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.3	Tensión y frecuencia	—	—	—	—	1.5. 2.2.3.	—
4.2.4	Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación	—	—	—	—	1.5. 2.2.3.	—
4.2.5	Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	—	—	—	—	1.5. 2.2.3.	—
4.2.6	Frenado de recuperación	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5. 2.2.3.	—
4.2.7	Medidas de coordinación de la protección eléctrica	2.2.1	—	—	—	1.5	—
4.2.8	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5	—

▼B

Punto ETI	Título del punto ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica	Accesibilidad
4.2.9	Geometría de la línea aérea de contacto	—	—	—	—	1.5. 2.2.3	—
4.2.10	Gálibo del pantógrafo	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.11	Fuerza de contacto media	—	—	—	—	1.5. 2.2.3	—
4.2.12	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	—	—	—	1.4.1 2.2.2	1.5 2.2.3	—
4.2.13	Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.14	Material del hilo de contacto	—	—	1.3.1. 1.3.2.	1.4.1	1.5 2.2.3	—
4.2.15	Secciones de separación de fases	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	—
4.2.16	Secciones de separación de sistemas	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	—
4.2.17	Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	—	—	—	—	1.5	—
4.2.18	Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5	—
4.4	Normas de explotación	2.2.1	—	—	—	1.5	—
4.5	Normas de mantenimiento	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5 2.2.3	—
4.6	Competencias profesionales	2.2.1	—	—	—	—	—
4.7	Condiciones de seguridad y salud	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	—	—

4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA

4.1. **Introducción**

1) Todo el sistema ferroviario, al que se aplica la Directiva 2008/57/CE y del cual forma parte el subsistema de energía, es un sistema integrado cuya coherencia debe verificarse. Hay que comprobar dicha compatibilidad, en particular, en lo que se refiere a las especificaciones del subsistema de energía, sus interfaces con el sistema en el que está integrado y las normas de explotación y mantenimiento. Las especificaciones funcionales y técnicas del subsistema y sus interfaces, descritas en los apartados 4.2 y 4.3, no imponen el empleo de soluciones técnicas o tecnologías específicas, excepto cuando sea estrictamente necesario para la interoperabilidad de la red ferroviaria.

▼B

2) Las soluciones innovadoras en relación con la interoperabilidad, aquellas que no cumplen los requisitos especificados en la presente ETI y que no se pueden evaluar como se indica en la presente ETI, requieren nuevas especificaciones y/o nuevos métodos de evaluación. A fin de permitir la innovación tecnológica, se desarrollarán estas especificaciones y métodos de evaluación mediante el proceso para soluciones innovadoras descrito en los apartados 6.1.3 y 6.2.3.

3) Teniendo en cuenta todos los requisitos esenciales aplicables, el subsistema de energía se caracteriza mediante las especificaciones indicadas en los apartados 4.2 a 4.7.

4) Los procedimientos para la verificación CE del subsistema de energía vienen indicados en el apartado 6.2.4 y en el apéndice B, cuadro B.1, de la presente ETI.

5) Para casos específicos, véase el apartado 7.4.

6) Cuando se haga referencia a normas EN en la presente ETI, no se aplicará ninguna de las variaciones denominadas en ellas «desviaciones nacionales» o «condiciones nacionales especiales» y no formarán parte de la presente ETI.

4.2. **Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema**

4.2.1. *Disposiciones generales*

El rendimiento que deberá alcanzar el subsistema de energía está determinado, al menos, por el rendimiento requerido del sistema ferroviario, en lo que se refiere a:

a) la velocidad máxima de línea;

b) los tipos de tren;

c) los requisitos del servicio ferroviario;

d) la energía que demandan los trenes a través de los pantógrafos.

4.2.2. *Parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía*

Los parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía son los siguientes:

4.2.2.1. Alimentación eléctrica:

a) tensión y frecuencia (4.2.3);

b) parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación eléctrica (4.2.4);

c) capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5);

d) frenado de recuperación (4.2.6);

e) medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7);

f) armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a. (4.2.8).

▼B

4.2.2.2. Geometría de la LAC y calidad de la captación de corriente:

a) geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9);

b) gálibo del pantógrafo (4.2.10);

c) fuerza de contacto media (4.2.11);

d) comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.12);

e) separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto (4.2.13);

f) material del hilo de contacto (4.2.14);

g) secciones de separación de fases (4.2.15);

h) secciones de separación de sistemas (4.2.16).

4.2.2.3. Sistema de captación de datos de energía situado en tierra (4.2.17)

4.2.2.4. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)

4.2.3. *Tensión y frecuencia*

1) La tensión y la frecuencia del subsistema de energía serán las de uno de los cuatro sistemas especificados de conformidad con el capítulo 7:

a) CA 25 kV, 50 Hz;

b) CA 15 kV, 16,7 Hz;

c) CC 3 kV;

d) CC 1,5 kV.

2) Los valores y los límites de la tensión y la frecuencia cumplirán lo dispuesto en la norma EN 50163:2004, apartado 4, para el sistema seleccionado.

4.2.4. *Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación*

Deberán tenerse en cuenta los parámetros siguientes:

a) la corriente máxima del tren (4.2.4.1);

b) el factor de potencia de los trenes y la tensión útil media (4.2.4.2).

4.2.4.1. Corriente máxima del tren

El diseño del subsistema de energía asegurará la capacidad de la alimentación para conseguir el rendimiento especificado y para permitir la explotación de los trenes con una potencia inferior a 2 MW sin limitación de la corriente o la potencia.

▼B

4.2.4.2. Tensión útil media

La tensión útil media calculada «en el pantógrafo» cumplirá lo previsto en la norma EN 50388:2012, apartado 8 (excepto el apartado 8.3 que se sustituye por el apartado C.1 del apéndice C). La simulación tendrá en cuenta los valores del factor de potencia real de los trenes. El apartado C.2 del apéndice C ofrece información adicional al apartado 8.2 de la EN 50388:2012.

4.2.5. *Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo*

1) La LAC de los sistemas de c.c. se diseñará para que soporte 300 A (para un sistema de alimentación de 1,5 kV) y 200 A (para un sistema de alimentación de 3 kV) por pantógrafo con el tren en reposo.

2) La capacidad de transporte de corriente en reposo se alcanzará para el valor de ensayo de la fuerza de contacto estática indicada en el cuadro 4 del apartado 7.2 de la EN 50367:2012.

3) Se diseñará la LAC teniendo en cuenta los límites de temperatura, de acuerdo con la norma EN 50119:2009, apartado 5.1.2.

4.2.6. *Frenado de recuperación*

1) Se diseñarán los sistemas de alimentación eléctrica en c.a. para que permitan el empleo de frenos de recuperación capaces de intercambiar energía sin interrupciones con otros trenes o por cualquier otro medio.

2) Los sistemas de alimentación eléctrica en c.c. se diseñarán para permitir el empleo de frenos de recuperación, al menos, por intercambio de energía con otros trenes.

4.2.7. *Medidas de coordinación de la protección eléctrica*

El diseño de la coordinación de la protección eléctrica del subsistema de energía se ajustará a los requisitos especificados en la norma EN 50388:2012, apartado 11.

4.2.8. *Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.*

1) La interacción entre el sistema de alimentación eléctrica de tracción y el material rodante puede provocar inestabilidades eléctricas en el sistema.

2) Con el fin de alcanzar la compatibilidad del sistema eléctrico, las sobretensiones armónicas se limitarán por debajo de valores críticos de conformidad con la EN 50388:2012, apartado 10.4.

▼B

4.2.9. *Geometría de la línea aérea de contacto*

1) Se diseñará la línea aérea de contacto para pantógrafos con la geometría del arco indicada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2, teniendo en cuenta las normas establecidas en el apartado 7.2.3 de la presente ETI.

2) La altura del hilo de contacto y su desviación lateral bajo la acción de viento transversal son factores que determinarán la interoperabilidad de la red ferroviaria.

4.2.9.1. Altura del hilo de contacto

1) En el cuadro 4.2.9.1 se exponen los valores admisibles de la altura del hilo de contacto.

Cuadro 4.2.9.1

Altura del hilo de contacto

Descripción	v ≥ 250 [km/h]	v < 250 [km/h]
Altura nominal del hilo de contacto [mm]	Entre 5 080 y 5 300	Entre 5 000 y 5 750
Altura mínima de diseño del hilo de contacto [mm]	5 080	De conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.10.5, en función del gálibo elegido
Altura máxima de diseño del hilo de contacto [mm]	5 300	6 200 ([1])

([1]) Teniendo en cuenta las tolerancias y la elevación de conformidad con la EN 50119:2009, figura 1, la altura máxima del hilo de contacto no será superior a 6 500 mm.

2) Para la relación entre las alturas del hilo de contacto y las de trabajo del pantógrafo, véase la norma EN 50119:2009, figura 1.

3) En los pasos a nivel, la altura del hilo de contacto vendrá determinada por las normas nacionales o, en ausencia de estas, por la norma EN 50122-1:2011, apartados 5.2.4 y 5.2.5.

4) Para el sistema de ancho de vía 1 520 y 1 524 mm los valores para la altura del hilo de contacto son los siguientes:

a) Altura nominal del hilo de contacto: entre 6 000 mm y 6 300 mm;

b) Altura mínima de diseño del hilo de contacto: 5 550 mm;

c) Altura máxima de diseño del hilo de contacto: 6 800 mm.

4.2.9.2. Desviación lateral máxima

1) La desviación lateral máxima del hilo de contacto en relación con el eje de la vía por efecto de un viento transversal será conforme al cuadro 4.2.9.2.

▼B

Cuadro 4.2.9.2

Desviación lateral máxima en función de la longitud del pantógrafo

Longitud del pantógrafo [mm]	Desviación lateral máxima [mm]
1 600	400 ([1])
1 950	550 ([1])

([1]) Los valores deberán ajustarse teniendo en cuenta el movimiento del pantógrafo y las tolerancias de la vía, de acuerdo con el apéndice D.1.4.

2) En el caso de vía multicarril, se cumplirá el requisito de la desviación lateral para cada par de carriles (diseñado para utilizarse como una vía separada) que se vaya a evaluar de acuerdo con la presente ETI.

3) Sistema de ancho de vía 1 520 mm:

Para los Estados miembros que apliquen el perfil del pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3, la desviación lateral máxima del hilo de contacto en relación con el eje del pantógrafo por efecto de un viento transversal será de 500 mm.

4.2.10. *Gálibo del pantógrafo*

1) Ningún componente del subsistema de energía entrará dentro del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo (véase el apéndice D, figura D.2) salvo el hilo de contacto y el brazo de atirantado.

2) El gálibo mecánico cinemático del pantógrafo se determina en las líneas interoperables empleando el método que se muestra en el apéndice D.1.2 y los perfiles de pantógrafo definidos en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 y 4.2.8.2.9.2.2.

3) Este gálibo se calculará utilizando un método cinemático, con los valores:

a) para el desplazamiento del pantógrafo e_{pu} de 0,110 m a la altura mínima de verificación h'_u = 5,0 m, y

b) para el desplazamiento del pantógrafo e_{po} de 0,170 m a la altura máxima de verificación h'_o = 6,5 m,

de conformidad con el apartado D.1.2.1.4 del apéndice D y otros valores de acuerdo con el apartado D.1.3 del apéndice D.

4) Sistema de ancho de vía 1 520 mm:

Para los Estados miembros que apliquen el perfil del pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3, el gálibo estático disponible para el pantógrafo se define en el apartado D.2 del apéndice D.

▼B

4.2.11. *Fuerza de contacto media*

1) La fuerza de contacto media F_m es el valor medio estadístico de la fuerza de contacto. F_m está formado por las componentes estática, dinámica y aerodinámica de la fuerza de contacto del pantógrafo.

2) El rango de valores de F_m para cada sistema de alimentación se definen en la EN 50367:2012, cuadro 6.

3) Se diseñarán las líneas aéreas de contacto para que puedan soportar el límite superior de diseño de F_m indicado en el cuadro 6 de la EN 50367:2012.

4) Las curvas se aplican para velocidades de hasta 320 [km/h]. Para velocidades superiores a 320 [km/h] se aplicarán los procedimientos establecidos en el apartado 6.1.3.

4.2.12. *Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente*

1) En función del método de evaluación, la línea aérea de contacto deberá alcanzar los valores para el comportamiento dinámico y la elevación del hilo de contacto (a la velocidad de diseño) establecidos en el cuadro 4.2.12.

Cuadro 4.2.12

Requisitos de comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente

Requisito	v ≥ 250 [km/h]	250 > v > 160 [km/h]	v ≤ 160 [km/h]
Espacio para elevación del brazo de atirantado	2 S_0		
Fuerza de contacto media F_m	Véase 4.2.11		
Desviación estándar a la velocidad máxima de la línea σ_{max} [N]	0,3 F_m		
Porcentaje de arcos a la velocidad máxima de la línea, NQ [%] (duración mínima del arco 5 ms)	≤ 0,2	≤ 0,1 para sistemas de c.a. ≤ 0,2 para sistemas de c.c.	≤ 0,1

2) S_0 es la elevación calculada, simulada o medida 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 F_m a la velocidad máxima de la línea. 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 (véase la norma EN 50119:2009 apartado 5.10.2).

3) La fuerza máxima (F_{max}) está generalmente dentro del rango de F_m más tres desviaciones típicas σ_{max}; se pueden producir valores mayores en puntos determinados, y se indican en la norma EN 50119:2009, cuadro 4, apartado 5.2.5.2. Para componentes rígidos, como los aisladores de sección en los sistemas de la línea aérea de contacto, la fuerza de contacto puede aumentar hasta un máximo de 350 N.

4.2.13. *Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto*

La línea aérea de contacto se diseñará para un mínimo de dos pantógrafos que trabajen de forma adyacente, de forma que la separación mínima entre los ejes de las cabezas de los pantógrafos adyacentes sea igual o inferior a los valores establecidos en una columna «A», «B», o «C» seleccionadas del cuadro 4.2.13:

▼B

Cuadro 4.2.13

Separación de pantógrafos para el diseño de la LAC

Velocidad de diseño [km/h]	Distancia mínima para c.a. [m]			Distancia mínima para c.c. de 3 kV [m]			Distancia mínima para c.c. de 1,5 kV [m]		
Tipo	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$v \geq 250$	200			200			200	200	35
$160 < v < 250$	200	85	35	200	115	35	200	85	35
$120 < v \leq 160$	85	85	35	20	20	20	85	35	20
$80 < v \leq 120$	20	15	15	20	15	15	35	20	15
$v \leq 80$	8	8	8	8	8	8	20	8	8

4.2.14. *Material del hilo de contacto*

1) La combinación del material del hilo de contacto y del frotador de contacto tiene una fuerte influencia en el desgaste de los frotadores de contacto y del hilo de contacto.

2) En el apartado 4.2.8.2.9.4.2 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros se definen los materiales admisibles para la pletina de contacto.

3) Los materiales admisibles para los hilos de contacto son el cobre y sus aleaciones. El hilo de contacto se ajustará a los requisitos de la norma EN 50149:2012, apartados 4.2 (exceptuando la referencia al anexo B de la norma), 4.3 y 4.6 a 4.8.

4.2.15. *Secciones de separación de fases*

4.2.15.1. Generalidades

1) El diseño de las secciones de separación de fases asegurará que los trenes se puedan mover de una sección a otra adyacente sin que se forme un arco eléctrico entre ambas fases. El consumo de energía del tren (tracción, sistemas auxiliares y corriente sin carga del transformador) se hará bajar a cero antes de entrar en la sección de separación de fases. Se dispondrán los medios (a excepción de la sección corta de separación) que permitan volver a arrancar un tren parado dentro de la sección de separación de fases.

2) La longitud total D de las secciones neutras se define en la EN 50367:2012, apartado 4. Para el cálculo de D, se tendrán en cuenta las distancias de aislamiento eléctrico de conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.1.3 y una elevación de S_0.

4.2.15.2. Líneas con velocidad $v \geq 250$ [km/h]

Se pueden adoptar dos tipos de diseños de secciones de separación de fase, o bien:

a) un diseño de separación de fases en el que todos los pantógrafos de los trenes conformes con la ETI más largos se encuentren en la sección neutra. La longitud total de la sección neutra será de un mínimo de 402 m.

   Véanse los requisitos detallados en la norma EN 50367:2012, anexo A.1.2, o

b) una separación de fases más corta con tres seccionamientos aislados tal como se muestra en la norma EN 50367:2012, anexo A.1.4. La longitud total de la sección neutra es inferior a 142 m incluyendo distancias aislamiento eléctrico y tolerancias.

▼B

4.2.15.3. Líneas con velocidad v < 250 [km/h]

El diseño de las secciones de separación adoptará normalmente soluciones como las descritas en la norma EN 50367:2012, anexo A.1. Cuando se proponga una solución alternativa, se tendrá que demostrar que dicha alternativa es, al menos, igual de fiable.

4.2.16. *Secciones de separación de sistemas*

4.2.16.1. Generalidades

1) El diseño de las secciones de separación de sistemas asegurará que los trenes puedan pasar de un sistema de alimentación eléctrica a otro adyacente sin que se forme un arco eléctrico entre los dos sistemas. Hay dos métodos para atravesar las secciones de separación de sistemas:

   a) con el pantógrafo levantado y tocando el hilo de contacto;

   b) con el pantógrafo bajado y sin tocar el hilo de contacto.

2) Los Administradores de Infraestructura vecinos se pondrán de acuerdo, bien sobre a), bien sobre b), según las circunstancias.

3) La longitud total D de las secciones neutras se define en la EN 50367:2012, apartado 4. Para el cálculo de D, se tendrán en cuenta las distancias de aislamiento eléctrico de conformidad con la EN 50119:2009, apartado 5.1.3 y una elevación de S_0.

4.2.16.2. Pantógrafo levantado

1) El consumo de energía del tren (tracción, sistemas auxiliares y corriente sin carga del transformador) se hará bajar a cero antes de entrar en la sección de separación de sistemas.

2) Si se atraviesan las secciones de separación de sistemas con los pantógrafos levantados hasta el hilo de contacto, su diseño funcional se especifica de la forma siguiente:

   a) la geometría de los distintos elementos de la línea aérea de contacto impedirá que los pantógrafos provoquen cortocircuitos o puenteen ambos sistemas de alimentación;

   b) se tomarán medidas en el subsistema de energía para evitar que se puenteen ambos sistemas de alimentación adyacentes en el caso de que falle la apertura de los disyuntores del circuito de a bordo;

   c) la variación de la altura del hilo de contacto a lo largo de toda la sección de separación debe cumplir los requisitos fijados en la norma EN 50119:2009, apartado 5.10.3.

4.2.16.3. Pantógrafos bajados

1) Se seleccionará esta opción si no se pueden cumplir las condiciones de servicio con pantógrafos levantados.

2) Si se atraviesa una sección de separación de sistemas con los pantógrafos bajados, se diseñará de forma que se evite la conexión eléctrica de los dos sistemas de suministro eléctrico por un pantógrafo levantado de forma accidental.

▼B

4.2.17. *Sistema de captación de datos de energía situado en tierra*

1) En el apartado 4.2.8.2.8 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros se especifican los requisitos de los sistemas de a bordo de medición de energía (EMS) para producir y transmitir los datos de facturación de energía (CEBD) a un sistema de captación de datos de energía situado en tierra.

2) El sistema de captación de datos de energía (DCS) situado en tierra recibirá, almacenará y exportará los CEBD sin alterarlos.

3) La especificación relativa a los protocolos de interfaz entre los EMS y los DCS y el formato de los datos transferidos es una cuestión pendiente, que, en todo caso, se cerrará en un plazo de 2 años desde la entrada en vigor del presente Reglamento.

4.2.18. *Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos*

La seguridad eléctrica del sistema de la línea aérea de contacto y la protección contra choques eléctricos se alcanzarán mediante el cumplimiento de la norma EN 50122-1:2011+A1:2011, apartados 5.2.1 (solo para zonas públicas), 5.3.1, 5.3.2, 6.1, 6.2 (excluidos los requisitos de las conexiones de los circuitos de la vía) y en relación con los límites de tensión de c.a. para la seguridad de las personas, de conformidad con los apartados 9.2.2.1 y 9.2.2.2 de la norma y en relación con los límites de tensión de c.c., de conformidad con los apartados 9.3.2.1 y 9.3.2.2 de la norma.

4.3. **Especificaciones funcionales y técnicas de las interfaces**

4.3.1. *Requisitos generales*

Desde el punto de vista de la compatibilidad técnica, las interfaces se enumeran en el orden de los subsistemas de la forma siguiente: material rodante, infraestructura, control-mando y señalización, explotación y gestión del tráfico.

4.3.2. *Interfaz con el subsistema de material rodante*

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Tensión y frecuencia	4.2.3	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2
Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación: — corriente máxima del tren — factor de potencia de los trenes y tensión útil media	4.2.4	Corriente máxima de la línea aérea de contacto Factor de potencia	4.2.8.2.4 4.2.8.2.6
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	4.2.5	Corriente máxima en reposo	4.2.8.2.5
Frenado de recuperación	4.2.6	Freno de recuperación con retorno de energía a la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3

▼B

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Medidas de coordinación de la protección eléctrica	4.2.7	Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a.	4.2.8	Perturbaciones de energía del sistema para sistemas de c.a.	4.2.8.2.7
Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.9	Rango de alturas de trabajo del pantógrafo Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.1 4.2.8.2.9.2
Gálibo del pantógrafo	4.2.10 Apéndice D	Geometría del arco del pantógrafo Gálibo	4.2.8.2.9.2 4.2.3.1
Fuerza de contacto media	4.2.11	Fuerza estática de contacto del pantógrafo	4.2.8.2.9.5
		Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	4.2.12	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Diseño de la separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto	4.2.13	Disposición de los pantógrafos	4.2.8.2.9.7
Material del hilo de contacto	4.2.14	Material del frotador de contacto	4.2.8.2.9.4
Secciones de separación: fase sistema	4.2.15 4.2.16	Circulación a través de una secciones de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra	4.2.17	Sistema de a bordo de medición de energía	4.2.8.2.8

4.3.3. *Interfaz con el subsistema de infraestructura*

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de infraestructura	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo del pantógrafo	4.2.10	Gálibo de implantación de obstáculos	4.2.3.1

4.3.4. *Interfaz con los subsistemas de control-mando y señalización*

1) La interfaz para el control de potencia es una interfaz entre el subsistema de energía y el de material rodante.

2) Sin embargo, la información se transmite a través de los subsistemas de control-mando y señalización, por consiguiente, la interfaz de transmisión se especifica en la ETI de control-mando y señalización y la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

▼B

3) La información pertinente para realizar la conmutación del disyuntor, el cambio de la corriente máxima del tren, el cambio del sistema de alimentación eléctrica y la gestión del pantógrafo se transmitirá a través del ERTMS cuando la línea esté equipada con ERTMS.

4) Las corrientes armónicas que afectan a los subsistemas de control-mando y señalización se establecen en la ETI de control-mando y señalización.

4.3.5. *Interfaz con el subsistema de explotación y gestión del tráfico*

Referencia en la ETI de energía		Referencia en la ETI de explotación	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Corriente máxima del tren	4.2.4.1	Composición del tren Preparación del libro de itinerarios	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1
Secciones de separación: Fase Sistema	 4.2.15 4.2.16	Composición del tren Preparación del libro de itinerarios	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1

4.4. **Normas de explotación**

1) Las normas de explotación se elaboran en el marco de los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura. Estas normas deben tener en cuenta la documentación de explotación que forma parte del expediente técnico exigido por el artículo 18, apartado 3, y descrito en el anexo VI de la Directiva 2008/57/CE.

2) En determinadas situaciones de obras programadas con antelación, puede ser necesario derogar temporalmente las especificaciones del subsistema de energía y sus componentes de interoperabilidad definidas en las secciones 4 y 5 de la ETI.

4.5. **Normas de mantenimiento**

1) Las normas de mantenimiento se elaboran en el marco de los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura.

2) Las fichas de mantenimiento para los CI y elementos de los subsistemas se prepararán antes de poner un subsistema en servicio como parte del expediente técnico que acompaña a la declaración de verificación.

3) Se elaborará el plan de mantenimiento para el subsistema con el fin de garantizar que los requisitos establecidos en la presente ETI se mantengan durante toda su vigencia.

4.6. **Competencias profesionales**

Las competencias profesionales del personal requeridas para la explotación y el mantenimiento del subsistema de energía están contempladas en los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructura; la presente ETI no las establece.

4.7. **Condiciones de seguridad y salud**

1) Las condiciones de seguridad y salud del personal necesario para la explotación y el mantenimiento del subsistema de energía deberán ser conformes a la legislación pertinente europea y nacional.

▼B

2) Esta cuestión también está contemplada en los procedimientos descritos en el sistema de gestión de la seguridad del administrador de infraestructura.

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

5.1. **Lista de componentes**

1) Los componentes de interoperabilidad se regulan por las disposiciones correspondientes de la Directiva 2008/57/CE y se enumeran a continuación en lo que se refiere al subsistema de energía.

2) Línea aérea de contacto:

a) El componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto» consta de los componentes enumerados a continuación que deben instalarse en el subsistema de energía, y las normas de configuración y diseño correspondientes.

b) Los componentes de una línea aérea de contacto son un conjunto de cables suspendidos por encima de la línea de ferrocarril para el suministro de electricidad a los trenes eléctricos, junto con los accesorios correspondientes, los aisladores en línea y otros accesorios, como feeders y conexiones. Se sitúa por encima del límite superior del gálibo del vehículo, al que suministra energía eléctrica a través de los pantógrafos.

c) Los componentes de sustentación, como ménsulas, postes y cimentaciones, los conductores de retorno, feeders de autotransformadores, interruptores y otros aisladores, no forman parte del componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto». Estos componentes se rigen por los requisitos del subsistema en lo que se refiere a la interoperabilidad.

3) La evaluación de conformidad se regirá por las fases y características que se indican en el apartado 6.1.4 y por X en el cuadro A.1 del apéndice A de la presente ETI.

5.2. **Prestaciones y especificaciones de los componentes**

5.2.1. *Línea aérea de contacto*

5.2.1.1. Geometría de la LAC

El diseño de la línea aérea de contacto se ajustará al apartado 4.2.9.

5.2.1.2. Fuerza de contacto media

La línea aérea de contacto se diseñará empleando la fuerza de contacto media F_m indicada en el apartado 4.2.11.

5.2.1.3. Comportamiento dinámico

Los requisitos de comportamiento dinámico de la línea aérea de contacto se establecen en el apartado 4.2.12.

5.2.1.4. Espacio para elevación del brazo de atirantado

La línea aérea de contacto se diseñará de manera que deje el espacio necesario para la elevación, tal y como se establece en el apartado 4.2.12.

5.2.1.5. Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto

La línea aérea de contacto será diseñada para una separación de pantógrafos especificada en el apartado 4.2.13.

▼B

5.2.1.6. Corriente en reposo

La línea aérea de contacto se diseñará para los sistemas de c.c. según los requisitos establecidos en el apartado 4.2.5.

5.2.1.7. Material del hilo de contacto

El material del hilo de contacto cumplirá los requisitos establecidos en el apartado 4.2.14.

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN CE DE LOS SUBSISTEMAS

Los módulos para los procedimientos de evaluación de la conformidad, la idoneidad para el uso y la verificación CE se describen en la Decisión 2010/713/UE de la Comisión.

6.1. **Componentes de interoperabilidad**

6.1.1. *Procedimientos de evaluación de la conformidad*

1) Los procedimientos de evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad definidos en el capítulo 5 de la presente ETI se llevarán a cabo aplicando los módulos oportunos.

2) Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables a los componentes de interoperabilidad se establecen en el apartado 6.1.4.

6.1.2. *Aplicación de los módulos*

1) Para la evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad se utilizan los módulos siguientes:

a) CA Control interno de la fabricación

b) CB Examen de tipo CE

c) CC Conformidad con el tipo basándose en el control interno de fabricación

d) CH Conformidad basándose en un sistema de gestión de calidad total

e) CH1 Conformidad basándose en un sistema de gestión de calidad total con examen del diseño

Cuadro 6.1.2

Módulos para la evaluación de conformidad aplicables a los componentes de interoperabilidad

Procedimientos	Módulos
Comercializados en la UE con anterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CA o CH
Comercializados en la UE con posterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CB + CC o CH1

2) Los módulos para evaluación de la conformidad de los componentes de interoperabilidad se seleccionarán entre los que se muestran en el cuadro 6.1.2.

▼B

3) En el caso de productos comercializados en el mercado antes de la publicación de las ETI pertinentes, se considerará que el tipo está aprobado y por lo tanto no es preciso el examen de tipo CE (módulo CB), siempre que el fabricante demuestre que se han superado los ensayos y las verificaciones de los componentes de interoperabilidad para aplicaciones anteriores en condiciones comparables y que son conformes con los requisitos de la presente ETI. En tal caso, estas evaluaciones seguirán siendo válidas en la nueva aplicación. Si no fuera posible demostrar que la solución se ha probado de forma positiva anteriormente, se aplicará el procedimiento para componentes de interoperabilidad comercializados en la UE tras la publicación de esta ETI.

6.1.3. *Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad*

Si se propone una solución innovadora para un componente de interoperabilidad, será de aplicación el procedimiento descrito en el artículo 10 del presente Reglamento.

6.1.4. *Procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto*

6.1.4.1. Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente

1) Metodología:

a) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente afecta a la línea aérea de contacto (subsistema de energía) y al pantógrafo (subsistema de material rodante).

b) El cumplimiento de los requisitos de comportamiento dinámico se verificará mediante la evaluación de:

— la elevación del hilo de contacto

y, o bien:

— la fuerza de contacto media F_m y la desviación estándar σ_{max}

o bien

— el porcentaje de arcos.

c) La entidad contratante declarará el método que debe emplearse para la verificación.

d) El diseño de la línea aérea de contacto se evaluará mediante una herramienta de simulación validada con arreglo a la norma EN 50318:2002 y por medición con arreglo a la norma EN 50317:2012.

e) Si un diseño de una LAC existente ha estado en funcionamiento durante un mínimo de 20 años, el requisito de simulación definido en el apartado 2 será opcional. La medición definida en el apartado 3 se realizará para las configuraciones de pantógrafo más desfavorables en relación con el comportamiento de interacción con este diseño concreto de la LAC.

f) La medición puede realizarse en una sección de prueba construida especialmente o en una línea donde la línea aérea de contacto esté en construcción.

▼B

2) Simulación:

a) Se tendrán en cuenta elementos singulares (por ejemplo, túneles, escapes entre vías, secciones de separación de fases, etc.), en la realización de simulaciones y en el análisis de resultados.

b) Las simulaciones se harán utilizando al menos dos tipos de pantógrafo que cumplan la ETI correspondiente para la velocidad ([1]) y el sistema de alimentación adecuados, hasta la velocidad de diseño del componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto» propuesto.

c) Se admite realizar la simulación empleando tipos de pantógrafos que se encuentren en proceso de homologación como componente de interoperabilidad, siempre que cumplan los otros requisitos de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

d) La simulación se realizará para un único pantógrafo y para múltiples pantógrafos con separación conforme a los requisitos del apartado 4.2.13.

e) Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente simulada será conforme con el apartado 4.2.12 por lo que se refiere a elevación, fuerza de contacto media y desviación estándar de cada pantógrafo.

3) Medición:

a) Si la simulación resulta aceptable, se realizará una prueba dinámica *in situ* con una sección representativa de la nueva línea aérea de contacto.

b) Esta medición podrá realizarse antes de que se ponga en servicio o bajo condiciones reales de funcionamiento.

c) Para esa prueba, se instalará uno de los dos tipos de pantógrafos seleccionados para la simulación en un material rodante que permita la velocidad adecuada en la sección representativa.

d) La prueba se realizará, al menos, para las configuraciones de pantógrafo más desfavorables en relación con el comportamiento de interacción derivado de las simulaciones. Si no resulta posible realizar la prueba utilizando la separación entre pantógrafos de 8 m, se permitirá, para pruebas a velocidades de hasta 80 km/h, incrementar la separación entre dos pantógrafos consecutivos a hasta 15 m.

e) La fuerza de contacto media de cada pantógrafo cumplirá los requisitos establecidos en el apartado 4.2.11 hasta la velocidad de diseño considerada para la LAC sometida a prueba.

f) Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente medida estará de acuerdo con el apartado 4.2.12 por lo que se refiere a la elevación y, o bien a la fuerza de contacto media y la desviación estándar, o bien al porcentaje de arcos.

g) Si se superan positivamente todas las evaluaciones anteriores, se considerará que el diseño de la línea aérea de contacto probado es satisfactorio y puede utilizarse en líneas con características de diseño compatibles.

([1]) Es decir, la velocidad de los dos tipos de pantógrafo será al menos igual a la velocidad de diseño de la línea aérea de contacto simulada.

▼B

h) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para el componente de interoperabilidad pantógrafo está establecida en el apartado 6.1.3.7 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

6.1.4.2. Evaluación de la corriente en reposo

La evaluación de la conformidad se efectuará con arreglo a la norma EN 50367:2012, anexo A.3 para la fuerza estática definida en el apartado 4.2.5.

6.1.5. *Declaración CE de conformidad del componente de interoperabilidad LAC*

De acuerdo con el anexo IV, sección 3, de la Directiva 2008/57/CE, la declaración CE de conformidad estará acompañada por la declaración que establezca las condiciones de utilización:

a) velocidad de diseño máxima;

b) tensión y frecuencia nominal;

c) corriente nominal;

d) perfil de pantógrafo aceptado.

6.2. **Subsistema de energía**

6.2.1. *Disposiciones generales*

1) A petición del solicitante, el organismo notificado llevará a cabo la verificación CE de acuerdo con el artículo 18 de la Directiva 2008/57/CE y de acuerdo con las disposiciones de los módulos pertinentes.

2) Si el solicitante demuestra que se han superado pruebas o verificaciones de un subsistema de energía en solicitudes anteriores de un diseño en circunstancias similares, el organismo notificado deberá tomar estas pruebas y verificaciones en cuenta para la verificación CE.

3) Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables al subsistema se establecen en el apartado 6.2.4.

4) El solicitante redactará la declaración CE de verificación del subsistema de energía de acuerdo con el artículo 18, apartado 1, y el anexo V de la Directiva 2008/57/CE.

6.2.2. *Aplicación de los módulos*

Para el procedimiento de verificación CE del subsistema de energía, el solicitante o su representante autorizado en la Comunidad podrá escoger entre:

a) módulo SG: verificación CE basada en la verificación por unidad, o

b) módulo SH1: verificación CE basada en un sistema de gestión de la calidad total más examen del diseño.

6.2.2.1. Aplicación del módulo SG

En el caso del módulo SG, el organismo notificado podrá tener en cuenta pruebas de exámenes, comprobaciones o pruebas que se hayan superado, efectuadas en condiciones comparables por otros organismos o por el solicitante (o en su nombre).

▼B

6.2.2.2. Aplicación del módulo SH1

Solamente se podrá escoger el módulo SH1 cuando las actividades que contribuyan al subsistema propuesto que haya que verificar (diseño, fabricación, montaje, instalación) estén sujetas a un sistema de gestión de la calidad para el diseño, la fabricación, y el examen y ensayo del producto acabado, aprobadas y controladas por un organismo notificado.

6.2.3. *Soluciones innovadoras*

Si se propone una solución innovadora para el subsistema de energía, será de aplicación el procedimiento descrito en el artículo 10 del presente Reglamento.

6.2.4. *Procedimientos particulares de evaluación del subsistema de energía*

6.2.4.1. Evaluación de la tensión útil media

1) La evaluación se acreditará con arreglo a la norma EN 50388:2012, apartado 15.4.

2) La evaluación se acreditará solo en caso de subsistemas recientemente construidos o acondicionados.

6.2.4.2. Evaluación del frenado de recuperación

1) La evaluación de las instalaciones fijas de alimentación eléctrica de c.a. se acreditará de acuerdo con la norma EN 50388:2012, apartado 15.7.2.

2) La evaluación de la alimentación eléctrica de c.c. se acreditará mediante un análisis de diseño.

6.2.4.3. Evaluación de las medidas de coordinación de la protección eléctrica

Para el diseño y la explotación de las subestaciones, la evaluación se acreditará con arreglo a la norma EN 50388:2012, apartado 15.6.

6.2.4.4. Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de tracción de c.a.

1) Se realizará un estudio de compatibilidad de conformidad con la norma EN 50388:2012, apartado 10.3.

2) Este estudio se efectuará solo en el caso de que se introduzcan convertidores con semiconductores activos en el sistema de alimentación eléctrica.

3) El organismo notificado evaluará si se cumplen los criterios de la EN 50388:2012, apartado 10.4.

6.2.4.5. Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente (integración en un subsistema)

1) El objetivo principal de esta prueba es detectar errores de construcción y de aplicación del diseño, pero en principio, no la de evaluar el diseño básico.

2) Las mediciones de los parámetros de interacción se llevarán a cabo de conformidad con la EN 50317:2012.

3) Estas mediciones se llevarán a cabo con un componente de interoperabilidad «pantógrafo», que presente las características de fuerza de contacto media requeridas por el apartado 4.2.11 de la presente ETI para la velocidad de diseño de la línea teniendo en cuenta aspectos relacionados con la velocidad mínima y las vías de apartadero.

▼B

4) La línea aérea de contacto instalada deberá aceptarse si los resultados de la medición se ajustan a los requisitos del apartado 4.2.12.

5) Para velocidades operativas de hasta 120 km/h (sistemas de c.a.) y de hasta 160 km/h (sistemas de c.c.), la medición del comportamiento dinámico no es obligatoria. En este caso se utilizarán métodos alternativos para la detección de errores de construcción, tales como la medición de la geometría de la LAC de conformidad con el apartado 4.2.9.

6) La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para la integración del pantógrafo en el subsistema de material rodante se establece en el apartado 6.2.3.20 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros.

6.2.4.6. Evaluación de las disposiciones sobre protección contra choques eléctricos

1) Para cada instalación se demostrará que el diseño básico de las medidas de protección contra los choques eléctricos es conforme al apartado 4.2.18.

2) Además, se comprobará la existencia de normas y procedimientos que garanticen que la instalación está instalada tal y como ha sido diseñada.

6.2.4.7. Evaluación del plan de mantenimiento

1) La evaluación se llevará a cabo verificando la existencia del plan de mantenimiento.

2) El organismo notificado no es responsable de evaluar la idoneidad de los requisitos detallados fijados en el plan.

6.3. **Subsistema que incluye componentes de interoperabilidad sin declaración CE**

6.3.1. *Condiciones*

1) Hasta el 31 de mayo de 2021, un organismo notificado podrá expedir un certificado CE de verificación de un subsistema, aunque algunos de los componentes de interoperabilidad incorporados a este no estén amparados por las declaraciones CE correspondientes de conformidad y/o de idoneidad para el uso, según lo dispuesto en la presente ETI, siempre que se cumplan los criterios siguientes:

   a) el organismo notificado deberá haber comprobado la conformidad del subsistema con respecto a los requisitos del capítulo 4 y en relación con los apartados 6.2 y 6.3 y el capítulo 7, a excepción del apartado 7.4 de la presente ETI. Además, no se aplica la conformidad de los componentes de interoperabilidad con el capítulo 5 y con el apartado 6.1, y

   b) los componentes de interoperabilidad no amparados por la correspondiente declaración CE de conformidad y/o de idoneidad para el uso deberán haberse empleado en un subsistema ya aprobado y puesto en servicio en, al menos un Estado miembro, antes de la entrada en vigor de la presente ETI.

2) No se prepararán declaraciones CE de conformidad y/o de idoneidad de uso para los componentes de interoperabilidad evaluados de esta manera.

6.3.2. *Documentación*

1) El certificado CE de verificación del subsistema indicará claramente qué componentes de interoperabilidad han sido evaluados por el organismo notificado como parte de la verificación del subsistema.

▼B

2) La declaración CE de verificación del subsistema indicará con claridad:

a) los componentes de interoperabilidad que se han evaluado como parte del subsistema;

b) la confirmación de que el subsistema incluye componentes de interoperabilidad idénticos a los que se ha verificado como parte del subsistema;

c) las razones por las que el fabricante no presentó para esos componentes de interoperabilidad una declaración CE de conformidad y/o idoneidad de uso antes de la incorporación al subsistema, incluyendo la aplicación de normas nacionales notificadas de acuerdo con el artículo 17 de la Directiva 2008/57/CE.

6.3.3. *Mantenimiento de los subsistemas certificados de acuerdo con 6.3.1*

1) Durante el período transitorio y después de este, hasta que el subsistema se acondicione o renueve (teniendo en cuenta la decisión del Estado miembro para la aplicación de las ETI), se permite utilizar los componentes de interoperabilidad del mismo tipo sin una declaración CE de conformidad y/o idoneidad de uso, como sustituciones relacionadas con el mantenimiento (piezas de recambio) del subsistema, bajo la responsabilidad del organismo responsable del mantenimiento.

2) En cualquier caso, el organismo responsable del mantenimiento debe garantizar que los recambios de los componentes relacionados con el mantenimiento son idóneos para sus aplicaciones, se utilizan dentro de su campo de utilización, y permiten lograr la interoperabilidad dentro del sistema ferroviario, cumpliendo a la vez los requisitos esenciales. Esos componentes deben estar identificados y certificados de acuerdo con alguna norma nacional o internacional, o con algún procedimiento técnico que esté ampliamente admitido en el ámbito ferroviario.

7. IMPLEMENTACIÓN DE LA ETI DE ENERGÍA

Los Estados miembros desarrollarán un plan nacional para la implementación de la presente ETI, teniendo en cuenta la coherencia de la totalidad del sistema ferroviario de la Unión Europea. Este plan incluirá todas las líneas nuevas, renovadas y acondicionadas, de conformidad con los detalles que se mencionan a continuación en los apartados 7.1 a 7.4.

7.1. **Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias**

Los capítulos 4 a 6, así como cualquier disposición específica de los apartados 7.2 a 7.3 siguientes, se aplican plenamente a las líneas ubicadas en el ámbito geográfico de la presente ETI que hayan de ponerse en servicio como líneas interoperables después de la entrada en vigor de la presente ETI.

7.2. **Aplicación de la presente ETI a líneas ferroviarias nuevas, renovadas o acondicionadas**

7.2.1. *Introducción*

1) A los fines de la presente sección, se entiende por «línea nueva» aquella que cree un itinerario donde no exista ninguno actualmente.

▼B

2) Las siguientes situaciones pueden considerarse acondicionamientos o renovaciones de las líneas existentes:

a) la modificación del trazado de parte de un itinerario existente;

b) la creación de un baipás;

c) la adición de una o más vías en un itinerario existente, independientemente de la distancia entre las vías originales y las que se añaden.

3) De acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 20, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE, el plan de implementación indicará la forma en que deban adaptarse las instalaciones fijas existentes definidas en el apartado 2.1 cuando esté justificado económicamente hacerlo.

7.2.2. *Plan de implementación de tensión y frecuencia*

1) La elección de un sistema de alimentación eléctrica es competencia del Estado miembro. La decisión debe adoptarse basándose en aspectos económicos y técnicos, teniendo en cuenta, al menos, los siguientes elementos:

a) el sistema de alimentación eléctrica existente en el Estado miembro;

b) las conexiones con las líneas ferroviarias de los países colindantes que ya dispongan de un sistema de alimentación eléctrica;

c) la demanda de energía.

2) Las líneas nuevas con velocidades superiores a 250 km/h serán alimentadas con uno de los sistemas de c.a. definidas en el apartado 4.2.3.

7.2.3. *Plan de implementación de la geometría de la LAC*

7.2.3.1. Ámbito del plan de implementación

El plan de implementación de los Estados miembros tendrá en cuenta los siguientes elementos:

a) la solución de las diferencias entre distintas geometrías de las LAC;

b) cualquier enlace con las geometrías de las LAC existentes en zonas adyacentes;

c) Certificados existentes de CIs de LAC.

7.2.3.2. Normas de implementación para el sistema de ancho de vía de 1435 mm

Se diseñará la LAC teniendo en cuenta las siguientes normas:

a) Las líneas nuevas con una velocidad superior a 250 km/h deberán permitir la utilización de ambos pantógrafos tal y como se especifica en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartados 4.2.8.2.9.2.1 *(1 600 mm)* y 4.2.8.2.9.2.2 *(1 950 mm)*.

Si esto no es posible, la LAC deberá diseñarse para su utilización con, al menos, un pantógrafo con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 *(1 600 mm)*.

▼B

b) Las líneas renovadas o acondicionadas con una velocidad igual o superior a 250 km/h deberán permitir la utilización, al menos, un pantógrafo con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 *(1 600 mm)*.

c) Otros casos: se deberá diseñar la LAC para su utilización con, al menos, uno de los pantógrafos con la geometría del arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.1 *(1 600 mm)* o 4.2.8.2.9.2.2 *(1 950 mm)*.

7.2.3.3. Sistemas de ancho de vía diferentes de 1435 mm

La LAC se deberá diseñar para su utilización con, al menos, uno de los pantógrafos con la geometría de arco especificada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.

7.2.4. *Implementación del sistema de captación de datos de energía situado en tierra*

Dentro de un plazo de 2 años desde el cierre de la «cuestión pendiente» mencionada en el apartado 4.2.17, los Estados miembros deberán garantizar la implementación de un sistema de captación de datos de energía situado en tierra capaz de intercambiar los datos de facturación de la energía compilados.

7.3. **Aplicación de la presente ETI a las líneas existentes**

7.3.1. *Introducción*

En caso de que se aplique la presente ETI a las líneas existentes y sin perjuicio del apartado 7.4 (casos específicos), se tendrán en consideración los siguientes elementos:

a) Cuando se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE, los Estados miembros decidirán qué requisitos de la ETI deben aplicarse teniendo en cuenta el plan de implementación.

b) Cuando no se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE, se recomienda la conformidad con la presente ETI. Cuando no sea posible conseguir la conformidad, la entidad contratante informará al Estado miembro de las razones para ello.

c) Cuando un Estado miembro exija una nueva autorización para la puesta en servicio, la entidad contratante definirá las medidas prácticas y las distintas fases del proyecto que sean necesarias para conseguir los niveles necesarios de prestaciones. Estas fases del proyecto podrán incluir períodos transitorios para la puesta en servicio de equipos con niveles reducidos de prestaciones.

d) Cualquier subsistema existente puede permitir la circulación de vehículos conformes a la ETI al tiempo que cumple los requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE. El procedimiento que ha de emplearse para demostrar el nivel de conformidad con los parámetros básicos de la ETI será conforme con la Recomendación 2011/622/UE de la Comisión ([1]).

([1]) Recomendación 2011/622/UE de la Comisión, de 20 de septiembre de 2011, sobre el procedimiento para la demostración del nivel de cumplimiento con los parámetros básicos de las especificaciones técnicas de interoperabilidad por parte de las líneas ferroviarias existentes (DO L 243 de 21.9.2011, p. 23).

▼B

7.3.2. *Acondicionamiento/renovación de la línea aérea de LAC y/o la alimentación eléctrica*

1) Se puede modificar gradualmente la totalidad o parte de la LAC y/o el sistema de alimentación eléctrica (elemento por elemento) a lo largo de un período de tiempo prolongado para alcanzar la conformidad con la presente ETI.

2) Sin embargo, la conformidad de todo el subsistema solamente se podrá declarar una vez que todos los elementos sean conformes con la ETI en una sección completa de la línea.

3) El proceso de acondicionamiento/renovación deberá tener en consideración la necesidad de mantener la compatibilidad con el subsistema de energía existente y con otros subsistemas. Para un proyecto que incluya elementos que no sean conformes con la ETI, se acordarán con el Estado miembro los procedimientos de evaluación de la conformidad y verificación CE que se vayan a aplicar.

7.3.3. *Parámetros relacionados con el mantenimiento*

Durante el mantenimiento del subsistema de energía no se requieren verificaciones formales y autorizaciones para la puesta en servicio. Sin embargo, se podrán realizar sustituciones de mantenimiento, siempre que sea posible razonablemente, de acuerdo con los requisitos de la presente ETI, contribuyendo así al desarrollo de la interoperabilidad.

7.3.4. *Subsistemas existentes que no están sujetos a un proyecto de renovación o acondicionamiento*

El procedimiento que ha de emplearse para demostrar el nivel de conformidad de las líneas existentes con los parámetros básicos de esta ETI será conforme a la Recomendación 2011/622/UE de la Comisión.

7.4. **Casos específicos**

7.4.1. *Consideraciones generales*

1) Los casos específicos, tal y como se recogen en el apartado 7.4.2, describen disposiciones especiales que son necesarias y que se autorizan en redes concretas de cada Estado miembro.

2) Estos casos específicos se clasifican como:

— Casos «P»: casos «permanentes».

— Casos «T»: casos «temporales», cuando está previsto que se alcance el sistema objeto en el futuro.

7.4.2. *Lista de casos específicos*

7.4.2.1. Características particulares de la red en Estonia

7.4.2.1.1. Tensión y frecuencia (4.2.3)

Caso P

La máxima tensión permitida de la línea aérea de contacto en Estonia es de 4 kV (3 kV en redes de c.c.).

▼B

7.4.2.2. Características particulares de la red en Francia

7.4.2.2.1. Tensión y frecuencia (4.2.3)

Caso T

Los valores y los límites de tensión y frecuencia en los terminales de las subestaciones y en los pantógrafos de las líneas electrificadas de 1,5 kV de c.c.:

— Nimes a Portbou,

— Toulouse a Narbonne,

pueden ir más allá de los valores establecidos en la norma EN 50163:2004, apartado 4 (U_{max2} cercana a 2 000 V).

7.4.2.2.2. Secciones de separación de fases — líneas con velocidad v ≥ 250 [km/h] (4.2.15.2)

Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de las líneas de alta velocidad LN 1, 2, 3 y 4, se permiten secciones de separación de fase de diseño especial.

7.4.2.3. Características particulares de la red en Italia

7.4.2.3.1. Secciones de separación de fases — líneas con velocidad v ≥ 250 [km/h] (4.2.15.2)

Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de la línea de alta velocidad de Roma-Nápoles, se permiten secciones de separación de fase con un diseño especial.

7.4.2.4. Características particulares de la red en Letonia

7.4.2.4.1. Tensión y frecuencia (4.2.3)

Caso P

La máxima tensión permitida de la línea aérea de contacto en Letonia es de 4 kV (3 kV en redes de c.c.).

7.4.2.5. Características particulares de la red en Lituania

7.4.2.5.1. Comportamiento dinámico y calidad de captación de corriente (4.2.12)

Caso P

Para los diseños de líneas aéreas de contacto existentes, el espacio para elevación del brazo de atirantado se calcula de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas con este fin.

7.4.2.6. Características particulares de la red en Polonia

7.4.2.6.1. Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7)

Caso P

Para la red de c.c. polaca de 3 kV, la nota c del cuadro 7 de la norma EN 50388: 2012 se sustituye por la nota: El disparo del disyuntor debe ser muy rápido para altas corrientes de cortocircuito. En lo posible, el disyuntor de la unidad de tracción debe dispararse a fin de evitar el disparo de la subestación.

▼B

7.4.2.7. Características particulares de la red en España

7.4.2.7.1. Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)

Caso P

En algunas secciones de las futuras líneas con velocidad v ≥ 250 [km/h] la altura nominal de contacto permitida es de 5,60 m.

7.4.2.7.2. Secciones de separación de fases — líneas con velocidad v ≥ 250 [km/h] (4.2.15.2)

Caso P

En el caso de acondicionamiento o renovación de las líneas de alta velocidad existentes, se mantendrá el diseño especial de las secciones de separación de fases.

7.4.2.8. Características particulares de la red en Suecia

7.4.2.8.1. Evaluación de la tensión útil media (6.2.4.1)

Caso P

Como alternativa a la evaluación de la tensión útil media de conformidad con la EN 50388:2012, apartado 15.4, el rendimiento de la alimentación eléctrica también podrá ser evaluado mediante:

— Una comparación con una referencia en la que se haya utilizado la solución de la alimentación eléctrica con un plan de explotación similar o más exigente. La referencia deberá tener:

  — un margen similar o superior a la tensión controlada de la barra bus (estación de conversión de frecuencia),

  — una impedancia similar o superior del sistema de la LAC.

— Una estimación aproximada de la $U_{\text{útil media}}$ para casos simples que se dé como resultado una mayor capacidad adicional para las futuras demandas de tráfico.

7.4.2.9. Características particulares de la red del Reino Unido para Gran Bretaña

7.4.2.9.1. Tensión y frecuencia (4.2.3)

Caso P

Está permitido continuar acondicionando, renovando y ampliando las redes equipadas con el sistema de electrificación que funcione con corriente continua a 600/750 V y utilizando carriles conductores en una configuración de tres y/o cuatro carriles de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas con este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

7.4.2.10.2. Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)

Caso P

Para subsistemas de energía nuevos, acondicionados o renovados de la infraestructura existente está permitido diseñar la altura del hilo de la línea aérea de contacto de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

▼B

7.4.2.9.3. Desviación lateral máxima (4.2.9.2) y gálibo del pantógrafo (4.2.10)

Caso P

Para subsistemas de energía nuevos, acondicionados o renovados de la infraestructura existente está permitido calcular el ajuste a la desviación lateral máxima, las alturas de verificación y el gálibo del pantógrafo de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

7.4.2.9.4. Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)

Caso P

Para subsistemas de energía nuevos, acondicionados o renovados o en la construcción de los nuevos subsistemas de energía en la infraestructura existente, en lugar de la referencia a las normas EN 50122-1:2011+A1:2011 apartado 5.2.1, está permitido diseñar las disposiciones de protección contra choques eléctricos de conformidad con las normas técnicas nacionales notificadas para este fin.

Caso específico para el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que se aplica solo a la red principal de Gran Bretaña.

7.4.2.9.5. Evaluación de la conformidad de la LAC como componente:

Caso P

Las normas nacionales pueden definir el procedimiento para la conformidad a que se refieren los apartados 7.4.2.9.2 y 7.4.2.9.3 y los certificados asociados.

El procedimiento puede incluir la evaluación de la conformidad de partes que están sujetas a un caso específico.

7.4.2.10. Características particulares de la red del Eurotúnel

7.4.2.10.1. Altura del hilo de contacto (4.2.9.1)

Caso P

Para la renovación o acondicionamiento del subsistema de energía existente está permitido diseñar la altura del hilo de la línea aérea de contacto de conformidad con las normas técnicas notificadas para este fin.

7.4.2.11. Características particulares de la red en Luxemburgo

7.4.2.11.1. Tensión y frecuencia (4.2.3)

Caso T

Los valores y los límites de la tensión y la frecuencia en los terminales de la subestación y en el pantógrafo de las siguientes líneas electrificadas de 25 kV de c.a. entre Bettembourg y Rodange (frontera) y la sección de línea entre Pétange y Leudelange pueden exceder los valores establecidos en la EN 50163:2004, apartado 4 (U_{max1} cercana a 30 kV y U_{max2} cercana a 30,5 kV).

▼B

Apéndice A

Evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad

A.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente apéndice se refiere a la evaluación de conformidad del componente de interoperabilidad (línea aérea de contacto) del subsistema de energía.

Para los componentes de interoperabilidad existentes, se seguirá el proceso descrito en el apartado 6.1.2.

A.2 CARACTERÍSTICAS

En el cuadro A.1 se marcan con X las características del componente de interoperabilidad que se evaluarán aplicando los módulos CB o CH1. Se evaluará la fase de producción dentro del subsistema.

Cuadro A.1

Evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto

	Evaluación en la fase siguiente			
	Fase de diseño y desarrollo			Fase de producción
Característico-apartado	Revisión de diseño	Revisión del proceso de fabricación	Ensayo (2)	Calidad del producto (fabricación en serie)
Geometría de la LAC — 5.2.1.1	X	N/A	N/A	N/A
Fuerza de contacto media — 5.2.1.2 (1)	X	N/A	N/A	N/A
Comportamiento dinámico — 5.2.1.3	X	N/A	X	N/A
Espacio para elevación del brazo de atirantado — 5.2.1.4	X	N/A	X	N/A
Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto — 5.2.1.5	X	N/A	N/A	N/A
Corriente en reposo — 5.2.1.6	X	N/A	X	N/A
Material del hilo de contacto — 5.2.1.7	X	N/A	N/A	N/A

N/A: no aplicable

(1) La medición de la fuerza de contacto se integra con el proceso de evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente.

(2) Ensayo tal como se define en la definición de la sección 6.1.4 sobre el procedimiento particular de evaluación del componente de interoperabilidad: línea aérea de contacto.

▼B

Apéndice B

Verificación CE del subsistema de energía

B.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este apéndice se refiere a la verificación CE del subsistema de energía.

B.2 CARACTERÍSTICAS

En el cuadro B.1 se marcan con X las características del subsistema que se va a evaluar en las distintas fases del diseño, la instalación y la explotación.

Cuadro B.1

Verificación CE del subsistema de energía

Parámetros básicos	Fase de evaluación			
	Fase de diseño y desarrollo	Fase de producción		
	Revisión de diseño	Construcción, armado, montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
Tensión y frecuencia — 4.2.3	X	N/A	N/A	N/A
Parámetros relacionados con el rendimiento del sistema de alimentación eléctrica — 4.2.4	X	N/A	N/A	N/A
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de corriente continua, trenes en reposo — 4.2.5	X (1)	N/A	N/A	N/A
Frenado de recuperación — 4.2.6	X	N/A	N/A	N/A
Medidas de coordinación de la protección eléctrica — 4.2.7	X	N/A	X	N/A
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de alimentación eléctrica de c.a. — 4.2.8	X	N/A	N/A	N/A
Geometría de la línea aérea de contacto — 4.2.9	X (1)	N/A	N/A (3)	N/A
Gálibo del pantógrafo — 4.2.10	X	N/A	N/A	N/A
Fuerza de contacto media — 4.2.11	X (1)	N/A	N/A	N/A
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente — 4.2.12	X (1)	N/A	X (2) (3)	N/A (2)
Separación de pantógrafos para el diseño de la línea aérea de contacto — 4.2.13	X (1)	N/A	N/A	N/A
Material del hilo de contacto — 4.2.14	X (1)	N/A	N/A	N/A
Secciones de separación de fases — 4.2.15	X	N/A	N/A	N/A
Secciones de separación de sistemas — 4.2.16	X	N/A	N/A	N/A

▼B

Parámetros básicos	Fase de evaluación			
	Fase de diseño y desarrollo	Fase de producción		
	Revisión de diseño	Construcción, armado, montaje	Montado, antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra — 4.2.17	N/A	N/A	N/A	N/A
Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos — 4.2.18.	X	X ([4])	X ([4])	N/A
Normas de mantenimiento — 4.5	N/A	N/A	X	N/A

N/A: no aplicable

([1]) Solamente se llevará a cabo si no se ha evaluado la línea aérea de contacto como componente de interoperabilidad.

([2]) La validación en condiciones de servicio reales se hará solamente cuando no sea posible en la fase «Montado, antes de la puesta en servicio».

([3]) Deberá realizarse como método de evaluación alternativo en caso de que el comportamiento dinámico de la LAC integrada en el subsistema no esté medido (véase el apartado 6.2.4.5).

([4]) Deberá realizarse en caso de que las comprobaciones no sean llevadas a cabo por otro organismo independiente.

▼B

Apéndice C

Tensión útil media

C.1 VALORES DE TENSIÓN ÚTIL MEDIA EN EL PANTÓGRAFO

Los valores mínimos de la tensión útil media en el pantógrafo en condiciones de funcionamiento normales serán las indicadas en el cuadro C.1.

Cuadro C.1

Tensión útil media mínima en el pantógrafo

	V	
Sistema de alimentación eléctrica	Velocidad de la línea v > 200 [km/h]	Velocidad de la línea v ≤ 200 [km/h]
	Zona y tren	Zona y tren
C.A. 25 kV 50 Hz	22 500	22 000
C.A. 15 kV 16,7 Hz	14 200	13 500
C.C. 3 kV	2 800	2 700
C.C. 1,5 kV	1 300	1 300

C.2 NORMAS DE SIMULACIÓN

Zona utilizada para simulación para calcular la $U_{\text{útil media}}$

— Las simulaciones se realizarán en una zona que represente una parte significativa de una línea o una parte de la red, tal como las secciones de alimentación pertinentes en la red para el objeto que se va a diseñar y evaluar.

Período de tiempo utilizado para simulación para calcular la $U_{\text{útil media}}$

— Para la simulación de $U_{\text{útil media}}$ (tren) y $U_{\text{útil media}}$ (zona) solo se tendrán en consideración los trenes que forman parte de la simulación durante un período de tiempo relevante, como el tiempo necesario para atravesar una sección de alimentación completa.

▼B

Apéndice D

Especificación del gálibo del pantógrafo

D.1 ESPECIFICACIÓN DEL GÁLIBO MECÁNICO CINEMÁTICO DEL PANTÓGRAFO

D.1.1 **Consideraciones generales**

D.1.1.1 *Espacio libre para líneas electrificadas*

En el caso de líneas electrificadas mediante línea aérea de contacto, debe quedar libre un espacio adicional:

— para alojar los equipos de la LAC,

— para permitir el paso libre del pantógrafo.

El presente apéndice trata del paso libre del pantógrafo (gálibo del pantógrafo). El aislamiento eléctrico lo considerará el Administrador de Infraestructura.

D.1.1.2 *Particularidades*

El gálibo del pantógrafo difiere en ciertos aspectos del gálibo de implantación de obstáculos:

— El pantógrafo está (parcialmente) bajo tensión y, por esta razón, debe respetarse una distancia de aislamiento eléctrico respecto de este, dependiendo de la naturaleza del obstáculo (aislado o no).

— Debe tenerse en cuenta la presencia de trocadores aislados, cuando sea necesario. Por lo tanto, hay que definir un contorno de referencia doble que tenga en cuenta simultáneamente la interferencia mecánica y la eléctrica.

— En la situación de captación, el pantógrafo está en contacto permanente con el hilo de contacto y, por esta razón, su altura es variable. También lo es la altura del gálibo del pantógrafo.

D.1.1.3 *Símbolos y abreviaturas*

Símbolo	Denominación	Unidad
b_w	Semilongitud del arco del pantógrafo	m
$b_{w,c}$	Semilongitud de conducción del arco del pantógrafo (con trocadores aislados) o longitud de trabajo (con trocadores conductores)	m
$b'_{o,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en el punto de verificación más alto	m
$b'_{u,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en el punto de verificación más bajo	m
$b'_{h,mec}$	Ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo en la altura intermedia, h	m
d_l	Desviación lateral del hilo de contacto	m
D'_0	Peralte de referencia considerado por el vehículo para la determinación del gálibo del pantógrafo	m

▼B

Símbolo	Denominación	Unidad
e_p	Desplazamiento del pantógrafo debido a las características del vehículo	m
e_{po}	Desplazamiento del pantógrafo en el punto de verificación más alto	m
e_{pu}	Desplazamiento del pantógrafo en el punto de verificación más bajo	m
f_s	Margen que tiene en cuenta la elevación del hilo de contacto	m
f_{wa}	Margen que tiene en cuenta el desgaste del frotador de contacto del pantógrafo	m
f_{ws}	Margen que tiene en cuenta la elevación del arco del pantógrafo por encima del hilo de contacto debido a la flexibilidad del pantógrafo	m
h	Altura respecto al plano de rodadura	m
h'_{co}	Altura del centro de balanceo de referencia para la determinación del gálibo del pantógrafo	m
h'	Altura de referencia para el cálculo del gálibo del pantógrafo	m
h'_o	Altura máxima de verificación del gálibo del pantógrafo en posición de captación	m
h'_u	Altura mínima de verificación del gálibo del pantógrafo en posición de captación	m
h_{eff}	Altura efectiva del pantógrafo elevado	m
h_{cc}	Altura estática del hilo de contacto	m
I'_0	Insuficiencia de peralte de referencia considerada por el vehículo para la determinación del gálibo del pantógrafo	m
L	Distancia entre los centros de carril de una vía	m
l	Ancho de vía, distancia entre los bordes activos de los carriles	m
q	Holgura lateral entre el eje y el bastidor del *bogie* o, para vehículos que no están equipados con *bogies*, entre el eje y la caja del vehículo	m
qs'	Desplazamiento cuasiestático	m
R	Radio de la curva horizontal	m
s'_o	Coeficiente de flexibilidad adoptado por convenio entre el vehículo y la infraestructura para la determinación del gálibo del pantógrafo.	

▼B

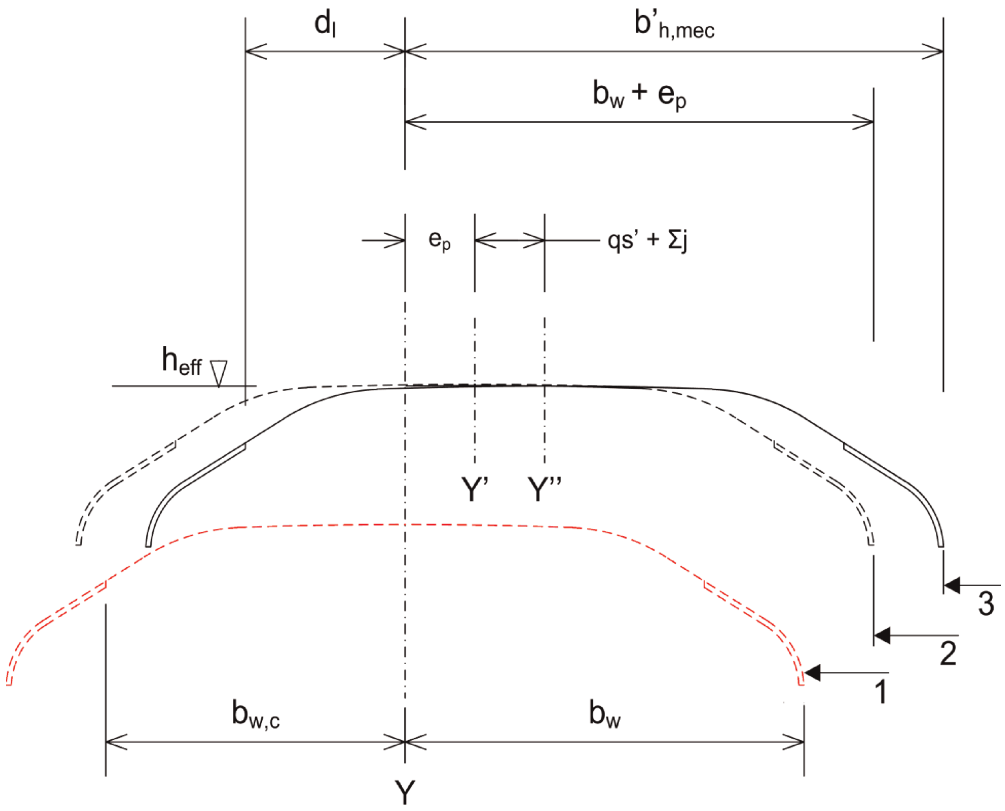
Símbolo	Denominación	Unidad
$S'_{i/a}$	Saliente permitido para los pantógrafos hacia el interior/exterior de la curva	m
w	Holgura lateral entre bastidor del *bogie* y la caja	m
Σ_j	Suma de los márgenes de seguridad (horizontales) que cubren algunos fenómenos aleatorios (j = 1, 2 ó 3) para la determinación del gálibo del pantógrafo	m

Subíndice a: se refiere al exterior de la curva.
Subíndice i: se refiere al interior de la curva.

D.1.1.4 *Principios básicos*

Figura D.1

Gálibos mecánicos del pantógrafo



Leyenda:

Y: Eje de la vía

Y′: Eje del pantógrafo — para la obtención del perfil de referencia de paso libre

Y″: Eje del pantógrafo — para la obtención del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo

1: Perfil del pantógrafo

2: Perfil de referencia de paso libre

3: Gálibo mecánico cinemático

▼B

Solamente se respeta el gálibo del pantógrafo si se cumplen simultáneamente los requisitos de los gálibos mecánico y eléctrico:

— El perfil de referencia de paso libre incluye la longitud del arco y el desplazamiento del pantógrafo e_p, aplicado al peralte o la insuficiencia de peralte de referencia.

— Los obstáculos en tensión o aislados deberán permanecer fuera del gálibo mecánico.

— Los obstáculos no aislados (puestos a tierra o con un potencial distinto del de la LAC) deberán permanecer fuera de los gálibos mecánico y eléctrico.

D.1.2 **Especificación del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo**

D.1.2.1 *Especificación del ancho del gálibo mecánico*

D.1.2.1.1 Ámbito de aplicación

El ancho del gálibo del pantógrafo viene determinado principalmente por la longitud y los desplazamientos del pantógrafo que se estudia. Más allá de aspectos concretos, en los desplazamientos transversales se consideran aspectos similares a los del gálibo de implantación de obstáculos.

Se considerará el gálibo del pantógrafo a las alturas siguientes:

— La altura más alta de verificación h'_o

— La altura más baja de verificación h'_u

Entre estas dos alturas, podrá admitirse que el ancho del gálibo varíe linealmente.

En la figura D.2 se muestran los diversos parámetros.

D.1.2.1.2 Metodología de cálculo

El ancho del gálibo del pantógrafo se determinará con la suma de los parámetros definidos a continuación. En el caso de que se usen en la línea diversos pantógrafos, se deberá considerar el ancho máximo.

Para el punto mínimo de verificación con h = h'_u:

$$b'_{u(i/a),mec} = (b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \sum_j)_{\max}$$

Para el punto máximo de verificación con h = h'_o:

$$b'_{o(i/a),mec} = (b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \sum_j)_{\max}$$

Nota i/a = interior/exterior de la curva.

Para alturas intermedias h, se determina el ancho mediante interpolación:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \times (b'_{o,mec} - b'_{u,mec})$$

D.1.2.1.3 Semilongitud bw del arco del pantógrafo

La semilongitud b_w del arco del pantógrafo depende del tipo de pantógrafo utilizado. El perfil del pantógrafo a considerar se define en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.

▼B

D.1.2.1.4 Desplazamiento del pantógrafo ep

El desplazamiento depende principalmente de los aspectos siguientes:

— Holgura $q + w$ entre el eje y el *bogie* y entre el *bogie* y la caja del vehículo.

— La magnitud de la inclinación de la caja admitida por el vehículo (dependiendo de la flexibilidad específica s_0', del peralte de referencia D'_0 y de la insuficiencia del peralte de referencia I'_0).

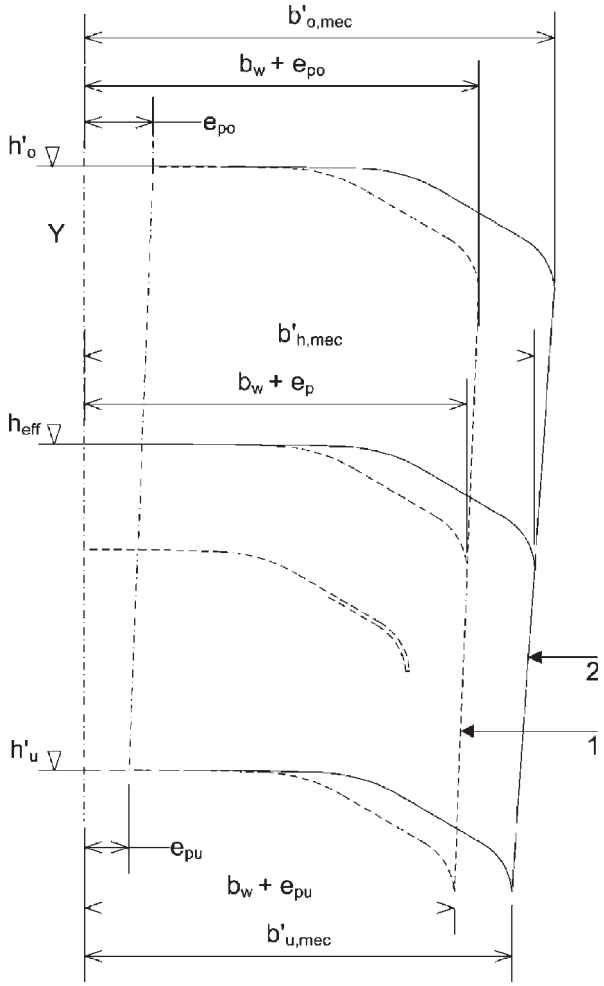
— La tolerancia de montaje del pantógrafo en el techo.

— La flexibilidad transversal del dispositivo de montaje en el techo.

— La altura considerada h'.

Figura D.2

Especificación del ancho del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo a distintas alturas



Leyenda:

Y: Eje de la vía.

1: Perfil de referencia de paso libre

2: Gálibo mecánico cinemático del pantógrafo

▼B

D.1.2.1.5 Salientes

El gálibo del pantógrafo tiene un saliente. En el caso del ancho de vía estándar, se aplica la fórmula siguiente:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{R} + \frac{\ell - 1,435}{2}$$

Para otros anchos de vía se aplican las normas nacionales.

D.1.2.1.6 Efecto cuasiestático

Puesto que el pantógrafo se instala en el techo, el efecto cuasiestático desempeña un papel importante en el cálculo del gálibo del pantógrafo. Se calcula este efecto a partir de la flexibilidad específica s_0', el peralte de referencia D'_0 y la insuficiencia de peralte de referencia I'_0:

$$qs'_i = \frac{S'_0}{L}[D - D'_0]_{>0}(h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{S'_0}{L}[I - I'_0]_{>0}(h - h'_{c0})$$

Nota: Los pantógrafos se instalan normalmente en el techo de una unidad de tracción, cuya flexibilidad de referencia s_0' suele ser menor que la considerada en la determinación del gálibo de implantación de obstáculos s_0.

D.1.2.1.7 Tolerancias

De acuerdo con la definición de gálibo, hay que considerar los aspectos siguientes:

— la asimetría de la carga;

— el desplazamiento transversal de la vía entre dos actuaciones de mantenimiento consecutivas;

— la variación de peralte que se presenta entre dos actuaciones de mantenimiento consecutivas;

— las oscilaciones producidas por irregularidades de la vía.

La suma de las tolerancias anteriores se designa por Σ_j.

D.1.2.2 *Especificación de la altura del gálibo mecánico*

Se determinará la altura del gálibo basándose en la altura estática h_{cc}, del hilo de contacto en el punto que se considera. Se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

— La elevación f_s del hilo de contacto producida por la fuerza de contacto del pantógrafo. El valor de f_s depende del tipo de LAC y, en consecuencia, lo especificará el Administrador de Infraestructura de acuerdo con el apartado 4.2.12.

▼B

— La elevación del arco del pantógrafo debida al alabeo producido por el descentramiento del punto de contacto y al desgaste del frotador de contacto $f_{ws} + f_{wa.}$ El valor admisible de f_{ws} se indica en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros y f_{wa} depende de los requisitos de mantenimiento.

La altura del gálibo mecánico viene dada por la fórmula siguiente:

$$h_{eff} = h_{cc} + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

D.1.3 **Parámetros de referencia**

Los parámetros para el gálibo mecánico cinemático del pantógrafo y para la especificación de la desviación lateral máxima del hilo de contacto son los siguientes:

— l — conforme al ancho de vía

— $s'_o = 0{,}225$

— $h'_{co} = 0{,}5$ m

— $I'_0 = 0{,}066$ m y $D'_0 = 0{,}066$ m

— $h'_o = 6{,}500$ m y $h'_u = 5{,}000$ m

D.1.4 **Cálculo de la desviación lateral máxima del hilo de contacto**

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 conducción (o longitud de trabajo, para pantógrafos sin trocadores de material conductor) de la forma siguiente:

▼C1

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

▼B

$b_{w,c}$ — definido en los apartados 4.2.8.2.9.1 y 4.2.8.2.9.2 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros

D.2 ESPECIFICACIÓN DEL GÁLIBO ESTÁTICO DEL PANTÓGRAFO (SISTEMA DE ANCHO DE VÍA 1 520 mm)

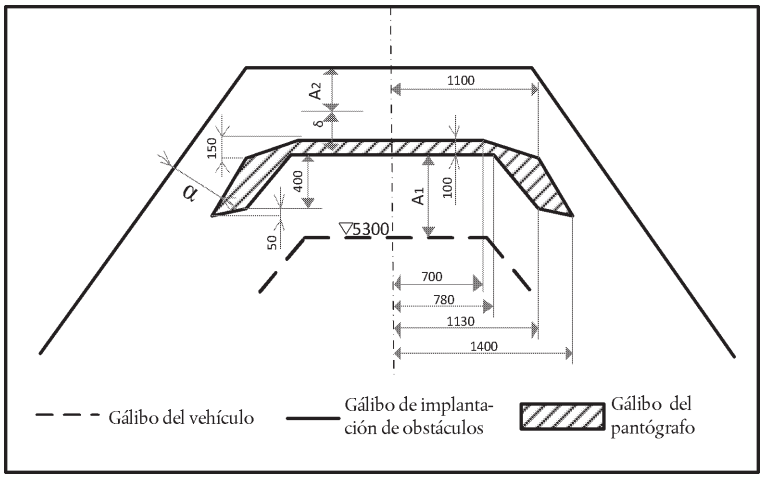
De aplicación para los Estados miembros que aceptan el perfil de pantógrafo de conformidad con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, apartado 4.2.8.2.9.2.3.

El gálibo del pantógrafo será conforme a la figura D.3 y al cuadro D.1.

▼B

Figura D.3

Gálibo estático del pantógrafo para el sistema de ancho de vía de 1 520 mm



Cuadro D.1

Distancias entre las partes en tensión de la LAC y el pantógrafo y las partes puestas a tierra del material rodante y las instalaciones fijas para el sistema de ancho de vía de 1 520 mm

Tensión del sistema de contacto con respecto a tierra [kV]	Distancia vertical de aislamiento A_1 entre el material rodante y la posición más baja del hilo de contacto [mm]			Distancia vertical de aislamiento A_2 entre las partes en tensión de la LAC y las partes puestas a tierra [mm]		Distancia lateral de aislamiento α entre las partes en tensión del pantógrafo y las partes puestas a tierra [mm]		Espacio vertical δ para las partes en tensión de la LAC [mm]			
	Normal							Sin catenaria		Con catenaria	
	En plena vía y vías de circulación en las que no está previsto el estacionamiento de trenes	Otras vías de estación	Mínimo permitidio en plena vía y vías de circulación en las que no está previsto el estacionamiento de trenes	Normal	Mínimo permitido	Normal	Mínimo permitido	Normal	Mínimo permitido	Normal	Mínimo permitido
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,5 – 4	450	950	250	200	150	200	150	150	100	300	250
6 – 12	450	950	300	250	200	220	180	150	100	300	250
25	450	950	375	350	300	250	200	150	100	300	250

▼B

Apéndice E

Lista de normas citadas

Cuadro E.1

Lista de normas citadas

Nº de índice	Referencia	Nombre del documento	Versión	*Parámetros básicos afectados*
1	EN 50119	Aplicaciones ferroviarias — Instalaciones fijas — Líneas aéreas de contacto para tracción eléctrica	2009	*Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5), Geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9), Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.12), Secciones de separación de fases (4.2.15) y Secciones de separación de sistemas (4.2.16)*
2	EN 50122-1:2011+A1:2011	Aplicaciones ferroviarias — Instalaciones fijas — Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno — Parte 1: Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos	2011	*Geometría de la línea aérea de contacto (4.2.9) y Disposiciones sobre protección contra choques eléctricos (4.2.18)*
3	EN 50149	Aplicaciones ferroviarias — Instalaciones fijas — Tracción eléctrica — Hilos de contacto ranurados de cobre y de aleación de cobre	2012	*Material del hilo de contacto (4.2.14)*
4	EN 50163	Aplicaciones ferroviarias — Tensiones de alimentación de los sistemas de tracción	2004	*Tensión y frecuencia (4.2.3)*
5	EN 50367	Aplicaciones ferroviarias — Sistemas de captación de corriente — Criterios técnicos para la interacción entre el pantógrafo y la línea aérea (para tener acceso libre)	2012	*Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.5), Fuerza de contacto media (4.2.11), Secciones de separación de fases (4.2.15) y Secciones de separación de sistemas (4.2.16)*
6	EN 50388	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	2012	*Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación eléctrica (4.2.4), Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.7), Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna (4.2.8)*
7	EN 50317	Aplicaciones ferroviarias — Sistemas de captación de corriente — Requisitos y validaciones de las medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y la línea aérea de contacto	2012	*Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente (6.1.4.1 y 6.2.4.5)*
8	EN 50318	Aplicaciones ferroviarias — Sistemas de captación de corriente — Validación de la simulación de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto	2002	*Evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente (6.1.4.1)*

▼B

Apéndice F

Lista de cuestiones pendientes

(1) Especificación relacionada con los protocolos de interfaz entre el sistema de medición de la energía (EMS) y el sistema de captación de datos (DCS) (4.2.17).

▼B

Apéndice G

Glosario

Cuadro G.1

Glosario

Término definido	Abr.	Definición
C.A.		Corriente alterna
C.C.		Corriente continua
Datos de facturación de la energía compilados	CEBD	Conjunto de datos compilados por el sistema de tratamiento de datos adecuados para la facturación de la energía
Sistema de la línea de contacto		Sistema que distribuye la energía eléctrica a los trenes que circulan por la línea y se la transmite por medio de dispositivos de captación de corriente
Fuerza de contacto		Fuerza vertical aplicada por el pantógrafo a la LAC
Elevación del hilo de contacto		Movimiento vertical hacia arriba del hilo de contacto debido a la fuerza del pantógrafo
Dispositivo de captación de corriente		Equipo instalado en el vehículo para captar la corriente de un hilo de contacto o de un carril conductor
Gálibo		Conjunto de reglas que incluyen un contorno de referencia y las reglas de cálculo asociadas para permitir la definición de la dimensión externa del vehículo y del espacio que debe dejar libre la infraestructura para su paso. *Nota:* Según el método de cálculo utilizado, el gálibo será estático, cinemático o dinámico
Desviación lateral		Desplazamiento lateral del hilo de contacto con un viento transversal máximo
Paso a nivel		Intersección de una carretera y una o más vías con la misma elevación
Velocidad de la línea		Velocidad máxima medida en kilómetros por hora para la que se ha diseñado una línea
Plan de mantenimiento		Serie de documentos que establecen los procedimientos de mantenimiento de la infraestructura adoptados por el Administrador de Infraestructura
Fuerza de contacto media		Valor medio estadístico de la fuerza de contacto
Tensión útil media del tren		Tensión que identifica al tren de referencia para el dimensionado y que permite cuantificar el efecto sobre su funcionamiento
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 de tráfico
Altura mínima del hilo de contacto		Valor mínimo de la altura del hilo de contacto en el vano con el fin de evitar la producción de arco entre uno o más hilos de contacto y vehículos en cualquier condición

▼B

Término definido	Abr.	Definición
Aislador de sección neutra		Conjunto montado en un tramo continuo del hilo de contacto para aislar entre sí dos secciones eléctricas que permite una captación continua de la corriente eléctrica durante el paso del pantógrafo
Altura nominal del hilo de contacto		Valor nominal de la altura del hilo de contacto en un soporte en condiciones normales
Tensión nominal		Tensión para la que está diseñada una instalación o parte de la misma
Servicio normal		Servicio de tren dentro del horario planificado
Sistema de captación de datos de energía situado en tierra (servicio de compilación de datos)	DCS	Servicio de compilación de los CEBD situado en tierra de un Sistema de Medición de la Energía
Línea aérea de contacto	LAC	Línea de contacto colocada por encima (o a un lado) del extremo superior del gálibo del vehículo, que suministra energía eléctrica a los vehículos por medio de un equipo de captación de la corriente instalado en el techo
Contorno de referencia		Contorno asociado a cada gálibo que muestra la forma de una sección transversal y que se utiliza como base para establecer el cálculo, por un lado, del gálibo de implantación de obstáculos y, por otro, del gálibo del vehículo
Circuito de retorno		Todos los conductores a lo largo del recorrido previsto para la corriente de tracción de retorno
Fuerza de contacto estática		Fuerza vertical media ejercida hacia arriba por el arco del pantógrafo sobre la LAC, producida por su dispositivo de elevación cuando el pantógrafo está elevado y el vehículo parado