

II

(Actos no legislativos)

DECISIONES

DECISIÓN DE LA COMISIÓN

de 26 de abril de 2011

sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional

[notificada con el número C(2011) 2740]

(Texto pertinente a efectos del EEE)

(2011/274/UE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

subsistema de energía con vistas a cumplir los requisitos esenciales y garantizar la interoperabilidad del sistema ferroviario.

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,

(4) La ETI que figura en el anexo debe remitir a la Decisión 2010/713/UE 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 ⁽³⁾.

Considerando lo siguiente:

(1) De conformidad con el artículo 2, letra e), y el anexo II de la Directiva 2008/57/CE, el sistema ferroviario se subdivide en subsistemas de carácter estructural y funcional, entre ellos un subsistema de energía.

(5) Con arreglo al artículo 17, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, cada Estado miembro debe notificar a la Comisión y a los otros 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.

(2) Mediante la Decisión C(2006) 124 final, de 9 de febrero de 2006, la Comisión dio un mandato a la Agencia Ferroviaria Europea («la Agencia») para la elaboración de especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETI) de conformidad con la Directiva 2001/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001, relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo convencional ⁽²⁾. En virtud de ese mandato, se pidió a la Agencia que elaborase el proyecto de ETI sobre el subsistema de energía del sistema ferroviario convencional.

(6) La ETI que figura en el anexo debe entenderse sin perjuicio de las disposiciones de otras ETI que puedan aplicarse al subsistema de energía.

(7) La ETI que figura en el anexo no debe obligar al uso de soluciones técnicas o tecnologías específicas excepto cuando sea estrictamente necesario para la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Unión.

(3) Las especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETI) son especificaciones adoptadas de acuerdo con la Directiva 2008/57/CE. La ETI que figura en el anexo cubre el

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

⁽¹⁾ DO L 191 de 18.7.2008, p. 1.

⁽²⁾ DO L 110 de 20.4.2001, p. 1.

⁽³⁾ DO L 319 de 4.12.2010, p. 1.

- (9) Para continuar fomentando la innovación y para incorporar la experiencia adquirida, la ETI que figura en el anexo debe estar sujeta a revisiones periódicas.
- (10) Las medidas previstas en la presente Decisión se ajustan al dictamen del Comité establecido en virtud del artículo 29, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE.

HA ADOPTADO LA PRESENTE DECISIÓN:

Artículo 1

Mediante la presente Decisión, la Comisión aprueba una Especificación Técnica de Interoperabilidad («ETI») relativa al subsistema de energía del ferrocarril transeuropeo convencional.

Dicha ETI figura en el anexo de esta Decisión.

Artículo 2

La presente ETI se aplicará a toda infraestructura nueva, rehabilitada o renovada del sistema ferroviario transeuropeo convencional definido en el anexo I de la Directiva 2008/57/CE.

Artículo 3

Los procedimientos para la evaluación de la conformidad, la idoneidad para el uso y la verificación CE establecidos en el capítulo 6 de la ETI que figura en el anexo se basarán en los módulos definidos en la Decisión 2010/713/UE.

Artículo 4

1. Durante un período transitorio de diez años, se permitirá la emisión de un certificado de verificación CE de un subsistema que incluya componentes de interoperabilidad que no dispongan de una declaración CE de conformidad o de idoneidad para su uso, siempre que se cumplan las disposiciones del punto 6.3 del anexo.

2. La fabricación o la rehabilitación o renovación del subsistema que utilice componentes de interoperabilidad no certificados deberá finalizarse dentro del período transitorio, incluida su puesta en servicio.

3. Durante el período transitorio, los Estados miembros se asegurarán de que:

- a) se especifican adecuadamente en el procedimiento de verificación indicado en el apartado 1 los motivos por los que no se ha certificado el componente de interoperabilidad, y asimismo de que

- b) las autoridades nacionales de seguridad indican en el informe anual mencionado en el artículo 18 de la Directiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽¹⁾ los datos de los componentes de interoperabilidad no certificados y los motivos por los que carecen de certificación, incluida la aplicación de las normas de seguridad notificadas en virtud del artículo 17 de la Directiva 2008/57/CE.

4. Una vez finalizado el período transitorio, y con las excepciones que se admiten en el punto 6.3.3 sobre mantenimiento, los componentes de interoperabilidad deberán contar con la necesaria declaración CE de conformidad o idoneidad para el uso antes de incorporarse al subsistema.

Artículo 5

Con arreglo al artículo 5, apartado 3, letra f), de la Directiva 2008/57/CE, el capítulo 7 de la ETI del anexo establece una estrategia para la migración hacia un subsistema de energía totalmente interoperable. Esta migración tiene que aplicarse en conjunción con el artículo 20 de dicha Directiva, que especifica los principios para la aplicación de la ETI a los proyectos de renovación y rehabilitación. Los Estados miembros presentarán a la Comisión un informe sobre la aplicación del artículo 20 de la Directiva 2008/57/CE a los tres años de la entrada en vigor de la presente Decisión. Este informe se discutirá en el marco del Comité establecido en virtud del artículo 29 de la Directiva 2008/57/CE y, si procede, se adaptará la ETI del anexo.

Artículo 6

1. En relación con los aspectos clasificados como «casos específicos» en el capítulo 7 de la ETI, las condiciones que deben cumplirse para la verificación de la interoperabilidad con arreglo al artículo 17, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE serán las normas técnicas aplicables utilizadas en el Estado miembro que autorice la puesta en servicio del subsistema objeto de la presente Decisión.

2. Cada Estado miembro notificará a los demás Estados miembros y a la Comisión, en un plazo de seis meses desde la notificación de la presente Decisión:

- a) las normas técnicas aplicables mencionadas en el apartado 1;
- b) los procedimientos de evaluación de la conformidad y de verificación que deben seguirse en relación con la puesta en práctica de las normas técnicas mencionadas en el apartado 1;
- c) los organismos que designe para llevar a cabo los procedimientos de evaluación de conformidad y de verificación de los casos específicos mencionados en el apartado 1.

⁽¹⁾ DO L 164 de 30.4.2004, p. 44.

Artículo 7

La presente Decisión será aplicable a partir del 1 de junio de 2011.

Artículo 8

Los destinatarios de la presente Decisión serán los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 26 de abril de 2011.

Por la Comisión

Siim KALLAS

Vicepresidente

ANEXO

DIRECTIVA 2008/57/CE SOBRE LA INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA FERROVIARIO DENTRO DE LA COMUNIDAD

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD

Subsistema de energía del sistema ferroviario convencional

	Página
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Ámbito técnico	8
1.2. Ámbito geográfico	8
1.3. Contenido de la presente ETI	8
2. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL SUBSISTEMA	8
2.1. Definición del subsistema de energía	8
2.1.1. Alimentación eléctrica	10
2.1.2. Línea aérea de contacto y pantógrafo	10
2.2. Interfaces con otros subsistemas y dentro del propio subsistema	10
2.2.1. Introducción	10
2.2.2. Interfaces referentes a la alimentación eléctrica	10
2.2.3. Interfaces referentes a los equipos de las líneas aéreas de contacto y los pantógrafos y su interacción	11
2.2.4. Interfaces referentes a las secciones de separación de sistemas y fases	11
3. REQUISITOS ESENCIALES	11
4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA	13
4.1. Introducción	13
4.2. Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema	13
4.2.1. Disposiciones generales	13
4.2.2. Parámetros básicos que caracterizan el subsistema de energía	13
4.2.3. Tensión y frecuencia	14
4.2.4. Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación	14
4.2.5. Continuidad de la alimentación eléctrica en caso de perturbaciones en los túneles	14
4.2.6. Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	15
4.2.7. Frenado de recuperación	15
4.2.8. Medidas de coordinación de la protección eléctrica	15
4.2.9. Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de c.a.	15
4.2.10. Emisión de armónicos hacia la compañía eléctrica	15

	Página
4.2.11. Compatibilidad electromagnética externa	15
4.2.12. Protección del medio ambiente	15
4.2.13. Geometría de la línea aérea de contacto	15
4.2.14. Gálibo del pantógrafo	16
4.2.15. Fuerza de contacto media	16
4.2.16. Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	17
4.2.17. Separación de pantógrafos	18
4.2.18. Material del hilo de contacto	18
4.2.19. Secciones de separación de fases	18
4.2.20. Secciones de separación de sistemas	19
4.2.21. Equipos de medida del consumo de energía eléctrica	19
4.3. Especificación funcional y técnica de las interfaces	19
4.3.1. Requisitos generales	19
4.3.2. Locomotoras y material rodante de viajeros	19
4.3.3. Infraestructura	20
4.3.4. Control-mando y señalización	21
4.3.5. Explotación y gestión del tráfico	21
4.3.6. Seguridad en los túneles	21
4.4. Normas de explotación	21
4.4.1. Introducción	21
4.4.2. Gestión de la alimentación eléctrica	21
4.4.3. Ejecución de obras	22
4.5. Normas de mantenimiento	22
4.6. Competencias profesionales	22
4.7. Condiciones de seguridad y salud	22
4.7.1. Introducción	22
4.7.2. Disposiciones sobre protección de subestaciones y puntos de seccionamiento	22
4.7.3. Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto	22
4.7.4. Medidas de protección del circuito de retorno de corriente	23
4.7.5. Otros requisitos generales	23
4.7.6. Ropa de alta visibilidad	23

	Página
4.8. Registro de infraestructura y registro europeo de tipos autorizados de vehículos	23
4.8.1. Introducción	23
4.8.2. Registro de infraestructura	23
4.8.3. Registro europeo de tipos autorizados de vehículos	23
5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	23
5.1. Lista de componentes	23
5.2. Prestaciones y especificaciones de los componentes	24
5.2.1. Línea aérea de contacto	24
6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD Y VERIFICACIÓN CE DE LOS SUBSISTEMAS	24
6.1. Componentes de interoperabilidad	24
6.1.1. Procedimientos de evaluación de la conformidad	24
6.1.2. Aplicación de los módulos	24
6.1.3. Soluciones innovadoras de los componentes de interoperabilidad	25
6.1.4. Procedimiento particular de evaluación para el componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto»	25
6.1.5. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad	26
6.2. Subsistema de energía	26
6.2.1. Disposiciones generales	26
6.2.2. Aplicación de los módulos	26
6.2.3. Soluciones innovadoras	27
6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema	27
6.3. Subsistema que incluye componentes de interoperabilidad sin declaración CE	28
6.3.1. Condiciones	28
6.3.2. Documentación	28
6.3.3. Mantenimiento de los subsistemas certificados de acuerdo con 6.3.1	28
7. IMPLANTACIÓN	28
7.1. Generalidades	28
7.2. Estrategia progresiva hacia la interoperabilidad	28
7.2.1. Introducción	28
7.2.2. Estrategia de migración para tensión y frecuencia	29
7.2.3. Estrategia de migración para pantógrafos y geometría de las líneas aéreas de contacto	29

	Página
7.3. Aplicación de la ETI a líneas nuevas	29
7.4. Aplicación de la ETI a líneas existentes	29
7.4.1. Introducción	29
7.4.2. Acondicionamiento/renovación de la línea aérea de contacto y/o la alimentación eléctrica	29
7.4.3. Parámetros relacionados con el mantenimiento	30
7.4.4. Subsistemas existentes que no están sujetos a un proyecto de renovación o acondicionamiento	30
7.5. Casos específicos	30
7.5.1. Introducción	30
7.5.2. Lista de casos específicos	30
8. LISTA DE ANEXOS	33
ANEXO A - EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD	34
ANEXO B - VERIFICACIÓN CE DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	35
ANEXO C - REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA, INFORMACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	37
ANEXO D - REGISTRO EUROPEO DE TIPOS AUTORIZADOS DE VEHÍCULOS, INFORMACIÓN REQUERIDA POR EL SUBSISTEMA DE ENERGÍA	38
ANEXO E - DETERMINACIÓN DEL GÁLIBO MECÁNICO CINEMÁTICO DEL PANTÓGRAFO	39
ANEXO F - SOLUCIONES PARA LAS SECCIONES DE SEPARACIÓN DE FASES Y SISTEMAS	45
ANEXO G - FACTOR DE POTENCIA	47
ANEXO H - PROTECCIÓN ELÉCTRICA: DISPARO DEL DISYUNTOR PRINCIPAL	48
ANEXO I - LISTA DE NORMAS EUROPEAS CITADAS	49
ANEXO J - GLOSARIO	51

1. INTRODUCCIÓN

1.1. **Ámbito técnico**

La presente ETI se refiere al subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional. Este subsistema está incluido en la lista de subsistemas del anexo II de la Directiva 2008/57/CE.

1.2. **Ámbito geográfico**

El ámbito geográfico de la presente ETI es el sistema ferroviario transeuropeo convencional descrito en el anexo I capítulo 1.1 de la Directiva 2008/57/CE.

1.3. **Contenido de la presente ETI**

Con arreglo al artículo 5, apartado 3, de la Directiva 2008/57/CE, la presente ETI:

- a) indica el ámbito de aplicación previsto (capítulo 2);
- b) establece los requisitos esenciales aplicables al subsistema de energía (capítulo 3);
- c) establece las especificaciones funcionales y técnicas que deben respetar el subsistema y sus interfaces con otros subsistemas (capítulo 4);
- d) determina los componentes de interoperabilidad y las interfaces objeto de las especificaciones europeas, incluidas las normas europeas, que son necesarias para lograr la interoperabilidad del sistema ferroviario (capítulo 5);
- e) 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) indica la estrategia de aplicación de la presente ETI; en particular, es necesario especificar las etapas que hay que seguir para lograr una transición gradual de la situación actual a la situación final en la que la norma sea el cumplimiento de la ETI (capítulo 7);
- g) indica, para el personal afectado, las competencias profesionales y las condiciones de seguridad y salud en el trabajo requeridas en la explotación y el mantenimiento del subsistema en cuestión, así como para la aplicación de la presente ETI (capítulo 4).

Además, de acuerdo con el artículo 5, apartado 5, en el capítulo 7 se prevén casos específicos.

Por último, la presente ETI también establece, en el capítulo 4, las normas de explotación y mantenimiento específicas del ámbito de aplicación indicado en los puntos 1.1 y 1.2 anteriores.

2. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL SUBSISTEMA

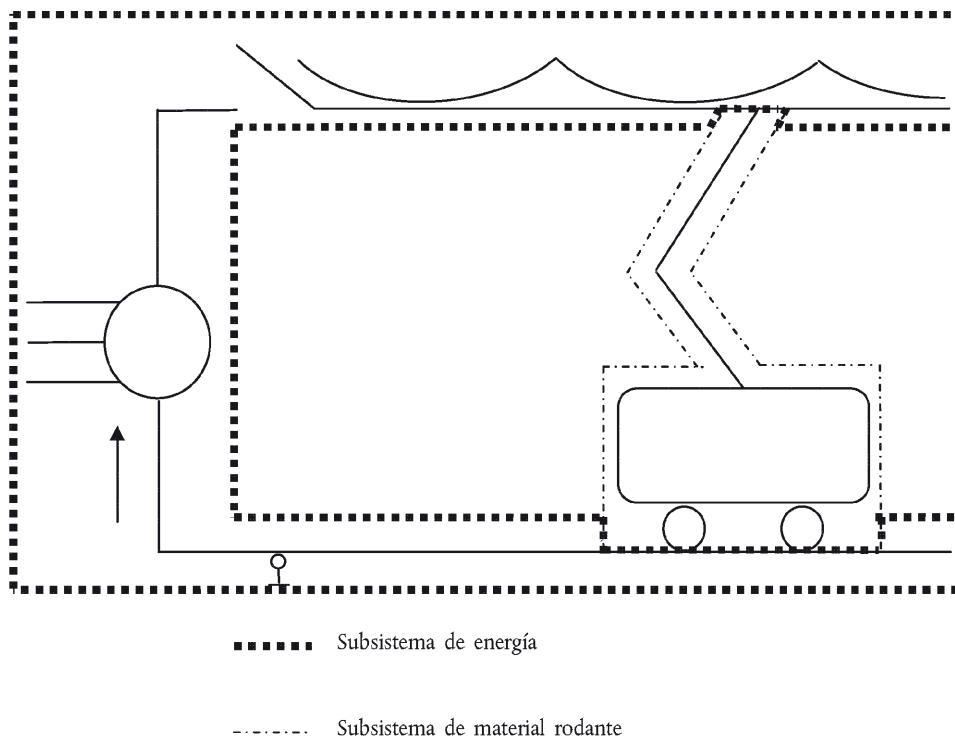
2.1. **Definición del subsistema de energía**

La ETI de energía especifica los requisitos que son necesarios para asegurar la interoperabilidad del sistema ferroviario. Esta ETI comprende todas las instalaciones fijas de corriente continua o corriente alterna necesarias para suministrar energía de tracción a un tren, respetando los requisitos esenciales.

El subsistema de energía incluye asimismo la definición y los criterios de calidad para la interacción entre un pantógrafo y la línea aérea de contacto. Puesto que el sistema de carril conductor a nivel del suelo (tercer carril) y el sistema zapata de contacto no es un objetivo del subsistema, la presente ETI no describe las características ni la funcionalidad de dicho sistema.

Figura 1

Subsistema de energía



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 a 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) puntos 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 precisos para permitir la transición entre distintos sistemas eléctricos o entre fases distintas del mismo sistema eléctrico;
- d) sistema de la línea aérea 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 precisos para poder aislar secciones o grupos del sistema de 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 de la corriente de tracción de retorno y que además se utilizan en condiciones de avería; 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.

Además, de acuerdo con la Directiva 2008/57/CE, el subsistema de energía incluye:

- f) los componentes de a bordo de los equipos de medida del consumo eléctrico, que miden la energía eléctrica consumida o devuelta (durante el frenado de recuperación) por el vehículo a la línea aérea de contacto, que ha suministrado el sistema exterior de tracción eléctrica; los equipos están integrados y puestos en servicio con la unidad de tracción, y se encuentran dentro del ámbito de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

La Directiva 2008/57/CE indica asimismo que los dispositivos de captación de corriente (pantógrafos), que transmiten la energía eléctrica desde el sistema de la línea aérea de contacto al vehículo, se deben incluir en el subsistema de material rodante. Estos dispositivos se instalan, se integran y se ponen en servicio con el material rodante y quedan comprendidos en el ámbito de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

En cambio, los parámetros relativos a la calidad de la captación de corriente se especifican en la ETI de energía del sistema ferroviario convencional.

2.1.1. Alimentación eléctrica

El sistema de alimentación eléctrica se tiene que diseñar de forma que suministre a cada tren la energía que precisa. Por lo tanto, para los rendimientos son aspectos importantes la tensión de alimentación, el consumo de corriente de cada tren y el programa de explotación.

Como ocurre con cualquier aparato eléctrico, un tren está diseñado para que funcione correctamente con una tensión nominal y a una frecuencia nominal aplicadas en sus terminales, esto es, el pantógrafo y las ruedas. Hay que definir las variaciones y los límites de estos parámetros para asegurar los rendimientos previstos del tren.

Los trenes modernos, movidos por electricidad, suelen utilizar a menudo un frenado de recuperación que devuelve energía a la fuente de alimentación, reduciendo el consumo medio de energía. Se podrá diseñar el sistema de alimentación para que acepte dicha energía del frenado de recuperación.

En cualquier sistema de alimentación eléctrica pueden producirse cortocircuitos y otras situaciones de avería. Hay que diseñar el sistema de alimentación de forma que los controles detecten esas averías de forma inmediata y pongan en marcha medidas que eliminen la corriente de cortocircuito y aislen la parte afectada del circuito. Pasadas esas situaciones, el sistema de alimentación ha de ser capaz de restablecer el suministro a todas las instalaciones, tan pronto como sea posible, para poder reanudar el servicio.

2.1.2. Línea aérea de contacto y pantógrafo

Un importante aspecto de la interoperabilidad es la existencia de una geometría compatible de la línea aérea de contacto con el pantógrafo. Por lo que se refiere a la interacción geométrica, hay que especificar la altura del hilo de contacto por encima de los carriles, la variación de esa altura, la desviación lateral debida a la acción del viento y la fuerza de contacto. La geometría del arco del pantógrafo también es fundamental para garantizar su correcta interacción con la línea aérea de contacto, teniendo en cuenta la posible flexibilidad de los vehículos.

Para apoyar la interoperabilidad de las redes europeas, el objetivo son los pantógrafos especificados en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

La interacción entre la línea aérea de contacto y el pantógrafo constituye un aspecto importantísimo para establecer una transmisión de energía fiable, sin perturbaciones no deseadas para las instalaciones ferroviarias y para el medio ambiente. Esta interacción viene determinada principalmente por:

- a) los efectos estáticos y aerodinámicos, que dependen del tipo de pletinas de contacto del pantógrafo y del diseño de este, de la forma del vehículo en el que van montados los pantógrafos y de la posición en estos en el vehículo;
- b) la compatibilidad del material de la pletina de contacto con el hilo de contacto;
- c) las características dinámicas de la línea aérea de contacto y el pantógrafo o pantógrafos, para trenes de unidades simples o múltiples;
- d) el número de pantógrafos en servicio y la distancia entre ellos, ya que cada pantógrafo puede interferir con el resto de los que se encuentran en la misma sección de la línea aérea de contacto.

2.2. Interfaces con otros subsistemas y dentro del propio subsistema

2.2.1. Introducción

El subsistema de energía interactúa con algunos de los otros subsistemas del sistema ferroviario para conseguir el rendimiento previsto. A continuación se enumeran las interfaces:

2.2.2. Interfaces referentes a la alimentación eléctrica

- a) La tensión y la frecuencia y sus márgenes de variación admisibles tienen relación con el subsistema de material rodante.
- b) La potencia instalada en las líneas y el factor de potencia especificado determinan los rendimientos del sistema ferroviario y se relacionan con el subsistema de material rodante.
- c) El frenado de recuperación reduce el consumo de energía y tiene relación con el subsistema de material rodante.

- d) Las instalaciones eléctricas fijas y los equipos de tracción de a bordo precisan protección contra los cortocircuitos. Hay que coordinar el disparo de los disyuntores en las subestaciones y en los trenes. La protección eléctrica interacciona con el subsistema de material rodante.
- e) Las interferencias eléctricas y las emisiones de armónicos afectan a los subsistemas de material rodante y de control-mando y señalización.
- f) El circuito de retorno de corriente tiene cierta relación con los subsistemas de control-mando y señalización y de infraestructura.

2.2.3. *Interfaces referentes a los equipos de las líneas aéreas de contacto y los pantógrafos y su interacción.*

- a) Hay que prestar especial atención a la pendiente del hilo de contacto y a su variación a fin de evitar la pérdida de contacto y el desgaste excesivo. La altura del hilo de contacto y su pendiente se relacionan con los subsistemas de infraestructura y material rodante.
- b) La flexibilidad del vehículo y del pantógrafo afecta al subsistema de infraestructura.
- c) La calidad de la captación de corriente depende del número de pantógrafos en servicio, de su separación y de otras características específicas de la unidad de tracción. La disposición de los pantógrafos afecta al subsistema de material rodante.

2.2.4. *Interfaces referentes a las secciones de separación de sistemas y fases*

- a) Para atravesar las transiciones entre distintos sistemas de alimentación y las secciones de separación de fases sin que se forme un arco eléctrico, hay que establecer el número y la configuración de los pantógrafos en los trenes. Esto se relaciona con el subsistema de material rodante.
- b) Para atravesar las transiciones del sistema de alimentación y las secciones de separación de fases sin que se forme un arco eléctrico, es necesario controlar la corriente del tren. Esto se relaciona con el subsistema de control-mando y señalización.
- c) Al atravesar secciones de separación de sistemas de alimentación, puede ser necesario bajar los pantógrafos. Esto se relaciona con el subsistema de control-mando y señalización.

3. REQUISITOS ESENCIALES

De acuerdo con el artículo 4, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE, el sistema ferroviario, sus subsistemas y sus componentes de interoperabilidad deben cumplir los requisitos esenciales establecidos en términos generales en el anexo III de la Directiva. El cuadro siguiente indica parámetros básicos de la presente ETI y su correspondencia con los requisitos esenciales, como se explica en el anexo III de la Directiva.

Punto de la ETI	Título del punto de la ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica
4.2.3	Tensión y frecuencia	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.4	Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.5	Continuidad de la alimentación eléctrica en caso de perturbaciones en los túneles	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	—
4.2.6	Capacidad de transporte de corriente, sistemas de corriente continua, trenes en reposo	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.7	Frenado de recuperación	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.8	Medidas de coordinación de la protección eléctrica	2.2.1	—	—	—	1.5

Punto de la ETI	Título del punto de la ETI	Seguridad	Fiabilidad y disponibilidad	Salud	Protección medioambiental	Compatibilidad técnica
4.2.9	Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5
4.2.11	Compatibilidad electromagnética externa	—	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.2.12	Protección del medio ambiente	—	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	—
4.2.13	Geometría de la línea aérea de contacto	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.14	Gálibo del pantógrafo	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.15	Fuerza de contacto media	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.16	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente	—	—	—	1.4.1 2.2.2	1.5 2.2.3
4.2.17	Separación de pantógrafos	—	—	—	—	1.5 2.2.3
4.2.18	Material del hilo de contacto	—	—	1.3.1 1.3.2	1.4.1	1.5 2.2.3
4.2.19	Secciones de separación de fases	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.20	Secciones de separación de sistemas	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3
4.2.21	Equipos de medida del consumo de energía eléctrica	—	—	—	—	1.5
4.4.2	Gestión de la alimentación eléctrica	1.1.1 1.1.3 2.2.1	1.2	—	—	—
4.4.3	Ejecución de obras	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5
4.5	Normas de mantenimiento	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5 2.2.3
4.7.2	Disposiciones sobre protección de subestaciones y puntos de seccionamiento	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.3	Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.4	Medidas de protección del circuito de retorno de corriente	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5
4.7.5	Otros requisitos generales	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	-
4.7.6	Ropa de alta visibilidad	2.2.1	—	—	—	—

4. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA

4.1. Introducción

El sistema ferroviario, al que se aplica la Directiva 2008/57/CE y del cual forma parte el subsistema, es un sistema integrado cuya compatibilidad es preciso verificar. Hay que comprobar dicha compatibilidad, en particular, en lo que se refiere a las especificaciones del subsistema, 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 puntos 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. No obstante, las soluciones innovadoras para la interoperabilidad pueden requerir 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 descrito en los puntos 6.1.3 y 6.2.3.

Teniendo en cuenta todos los requisitos esenciales aplicables, se caracteriza el subsistema de energía mediante las especificaciones indicadas en los puntos 4.2 a 4.7. En el anexo C de la presente ETI se encuentra una lista de parámetros aplicables al subsistema de energía que se recogerán en el registro de la infraestructura.

Los procedimientos para la verificación CE del subsistema de energía vienen indicados en el punto 6.2.4 y en el anexo B, Cuadro B.1, de la presente ETI.

Para casos específicos, véase el capítulo 7.5.

Cuando se haga referencia a normas EN, no se aplicará ninguna de las variaciones denominadas en ellas «desviación nacional» o «condiciones nacionales especiales».

4.2. Especificaciones funcionales y técnicas del subsistema

4.2.1. Disposiciones generales

Los rendimientos que deberá alcanzar el subsistema de energía corresponderán a los rendimientos aplicables del sistema ferroviario, en lo que se refiere a

- la velocidad máxima de la línea, el tipo de tren, y
- 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.

— Alimentación eléctrica:

- tensión y frecuencia (4.2.3),
- parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación (4.2.4),
- continuidad de la alimentación en caso de perturbaciones en los túneles (4.2.5),
- capacidad de transporte de corriente, sistemas de corriente continua, 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 corriente alterna (4.2.9), y
- equipos de medida del consumo de energía eléctrica (4.2.21).

— Geometría de la línea aérea de contacto y calidad de la captación de corriente:

- geometría de la línea aérea de contacto (4.2.13),
- gálibo del pantógrafo (4.2.14),

- fuerza de contacto media (4.2.15),
- comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.16),
- separación de pantógrafos (4.2.17),
- material del hilo de contacto (4.2.18),
- secciones de separación de fases (4.2.19), y
- secciones de separación de sistemas (4.2.20).

4.2.3. *Tensión y frecuencia*

Las locomotoras y las unidades de tracción precisan una normalización de la tensión y de la frecuencia. Los valores y los límites de la tensión y de la frecuencia en los terminales de la subestación y en el pantógrafo deben cumplir la norma EN50163:2004, punto 4.

El sistema de corriente alterna de 25 kV 50 Hz debe ser el sistema de alimentación deseado por razones de compatibilidad con los sistemas de generación y distribución de electricidad, y de normalización de los equipos de las subestaciones.

Sin embargo, a causa de los elevados costes de las inversiones necesarias para migrar desde otras tensiones del sistema al de 25 kV y a la posibilidad de emplear unidades de tracción multisistema, se permite la utilización de los sistemas siguientes en aquellos subsistemas nuevos, acondicionados o renovados:

- corriente alterna de 15 kV, 16,7 Hz,
- corriente continua de 3kV, y
- corriente continua de 1,5 kV.

La tensión y la frecuencia nominales se incluirán en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

4.2.4. *Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación*

El diseño del subsistema de energía está determinado por la velocidad de línea para los servicios previstos y por la topografía.

Por lo tanto, hay que tener en cuenta los parámetros siguientes:

- la corriente máxima del tren,
- el factor de potencia de los trenes, y
- la tensión útil media.

4.2.4.1. *Corriente máxima del tren*

El Administrador de Infraestructura declarará la corriente máxima del tren en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

El diseño del subsistema de energía asegurará la capacidad de la alimentación para conseguir los rendimientos especificados y para permitir la explotación de los trenes con una potencia menor que 2 MW sin limitación de la corriente, como se describe en el punto 7.3 de la norma EN50388:2005.

4.2.4.2. *Factor de potencia de los trenes*

El factor de potencia de los trenes estará de acuerdo con los requisitos del anexo G y de la norma EN 50388:2005, punto 6.3.

4.2.4.3. *Tensión útil media*

La tensión útil media calculada «en el pantógrafo» cumplirá lo previsto en la norma EN50388:2005, puntos 8.3 y 8.4, empleando los datos de diseño para el factor de potencia de acuerdo con el anexo G.

4.2.5. *Continuidad de la alimentación eléctrica en caso de perturbaciones en los túneles*

La alimentación eléctrica y el sistema de la línea aérea de contacto se diseñarán para permitir la continuidad del funcionamiento en caso de perturbaciones en los túneles. Esto se conseguirá mediante el seccionamiento de la línea aérea de contacto según el punto 4.2.3.1 de la ETI de seguridad en los túneles.

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

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

Esto se conseguirá empleando una fuerza estática de contacto como se define en el punto 7.1 de la norma EN50367:2006.

Cuando se haya diseñado la línea aérea de contacto para soportar valores mayores de la corriente máxima en reposo, el Administrador de Infraestructura lo declarará en el registro la infraestructura (véase el anexo C).

Se diseñará la línea aérea de contacto teniendo en cuenta los límites de temperatura, de acuerdo con la norma EN50119:2009 punto 5.1.2.

4.2.7. *Frenado de recuperación*

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

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

En el registro de infraestructura se proporcionará información sobre la posibilidad del empleo de frenos de recuperación (véase el anexo C).

4.2.8. *Medidas de coordinación de la protección eléctrica*

El diseño de la coordinación de la protección eléctrica del subsistema de energía cumplirá los requisitos detallados en la norma EN50388:2005, punto 11, excepto el cuadro 8 que se sustituye por el anexo H de la presente ETI.

4.2.9. *Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de c.a.*

Los subsistemas de energía y de material rodante del sistema ferroviario convencional han de poder trabajar conjuntamente sin problemas de interferencia, tales como sobretensiones y otros aspectos descritos en la norma EN50388:2005, punto 10.

4.2.10. *Emisión de armónicos hacia la compañía eléctrica*

El Administrador de Infraestructura será responsable de regular las emisiones de armónicos hacia la compañía eléctrica teniendo en cuenta las normas nacionales o europeas y los requisitos estipulados por la empresa.

La presente ETI no requiere evaluación de conformidad.

4.2.11. *Compatibilidad electromagnética externa*

La compatibilidad electromagnética externa no es una característica específica de la red ferroviaria. Las instalaciones de alimentación de energía eléctrica cumplirán los requisitos esenciales de la Directiva 2004/108/CE sobre compatibilidad electromagnética.

La presente ETI no requiere evaluación de conformidad.

4.2.12. *Protección del medio ambiente*

La protección del medio ambiente está regulada por otra legislación europea relativa a la evaluación de los efectos que sobre el mismo producen ciertos proyectos.

La presente ETI no requiere evaluación de conformidad.

4.2.13. *Geometría de la línea aérea de contacto*

Se diseñará la línea aérea de contacto para su utilización con pantógrafos con la geometría del arco indicada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional, punto 4.2.8.2.9.2.

La altura del hilo de contacto, su pendiente respecto a la vía y su desviación lateral bajo la acción de viento transversal determinarán la interoperabilidad de la red ferroviaria.

4.2.13.1. *Altura del hilo de contacto*

La altura nominal del hilo de contacto estará comprendida entre 5,00 y 5,75 m. Para la relación entre las alturas del hilo de contacto y las de trabajo del pantógrafo, véase la norma EN50119:2009, figura 1.

La altura del hilo de contacto puede ser menor en casos relacionados con el gálibo (como puentes, túneles). La altura mínima del hilo de contacto se calculará de acuerdo con la norma EN50119:2009, punto 5.10.4.

La altura del hilo de contacto puede ser mayor en ciertos casos (por ejemplo, pasos a nivel, zonas de carga, etc.). En esos casos, la altura máxima de diseño no puede ser mayor de 6,20 m.

Teniendo en cuenta las tolerancias y la elevación de acuerdo con la norma EN50119:2009, figura 1, la altura máxima del hilo de contacto no será mayor de 6,50 m.

La altura nominal del hilo de contacto se incluirá en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

4.2.13.2. Variación de la altura del hilo de contacto

La variación de la altura del hilo de contacto cumplirá los requisitos impuestos por la norma EN50119:2009, punto 5.10.3.

La pendiente del hilo de contacto especificado en la norma EN50119:2009, punto 5.10.3, podrá excederse excepcionalmente cuando una serie de limitaciones sobre su altura (por ejemplo, pasos a nivel, puentes, túneles) impida su cumplimiento; en tal caso, cuando se apliquen los requisitos del punto 4.2.16, únicamente se cumplirá el requisito relacionado con la máxima fuerza de contacto.

4.2.13.3. Desviación lateral

La desviación lateral máxima permisible del hilo de contacto en sentido normal al eje de diseño de la vía bajo la acción de viento transversal se muestra en el cuadro 4.2.13.3.

Cuadro 4.2.13.3

Desviación lateral máxima

Longitud del pantógrafo	Desviación lateral máxima
1 600 mm	0,40 m
1 950 mm	0,55 m

Los valores deberán ajustarse teniendo en cuenta el movimiento del pantógrafo y las tolerancias de la vía, de acuerdo con el anexo E.

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

Los perfiles de pantógrafo permitidos en la línea se indicarán en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

4.2.14. Gálibo del pantógrafo

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

El gálibo mecánico cinemático del pantógrafo se determina en las líneas interoperables empleando el método que se muestra en el anexo E punto E.2 y los perfiles de pantógrafo definidos en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros, punto 4.2.8.2.9.2.

Este gálibo se calculará utilizando el método cinemático, con los valores:

— para el desplazamiento del pantógrafo - e_{pu} - de 0,110 m a la altura mínima de verificación - $h'_u \leq 5,0$ m, y

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

de acuerdo con el anexo E punto E.2.1.4 y otros valores de acuerdo con el anexo E punto E.3.

4.2.15. Fuerza de contacto media

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.

La fuerza estática de contacto se define en EN50367:2006 punto 7.1. Los valores de F_m para cada sistema de alimentación se definen en el cuadro 4.2.15.

Cuadro 4.2.15

Valores de la fuerza de contacto media

Sistema de alimentación	F_m hasta 200 km/h
corriente alterna	$60 \text{ N} < F_m < 0,00047 * v^2 + 90 \text{ N}$
corriente continua de 3 kV	$90 \text{ N} < F_m < 0,00097 * v^2 + 110 \text{ N}$
corriente continua de 1,5 kV	$70 \text{ N} < F_m < 0,00097 * v^2 + 140 \text{ N}$

donde $[F_m]$ = fuerza media de contacto en N y $[v]$ = velocidad en km/h.

De acuerdo con el punto 4.2.16, se diseñarán las líneas aéreas de contacto para que puedan soportar la curva del límite superior de la fuerza indicada en el cuadro 4.2.15.

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

Se diseñará la línea aérea de contacto de acuerdo con los requisitos de comportamiento dinámico. La elevación del hilo de contacto a la velocidad de diseño se ajustará a lo dispuesto en el cuadro 4.2.16.

La calidad de la captación de corriente tiene una repercusión fundamental sobre la vida útil del hilo de contacto y, por lo tanto, cumplirá los parámetros acordados y medibles.

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

- la elevación del hilo de contacto
 - y, bien
- la fuerza de contacto media F_m y la desviación típica σ_{max}
 - o bien
- el porcentaje de arcos.

La entidad contratante declarará el método que debe emplearse para la verificación. Los valores a conseguir con el método seleccionado se presentan en el cuadro 4.2.16.

Cuadro 4.2.16

Requisitos de comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente

Requisitos	Para $v > 160$ km/h	Para $v \leq 160$ km/h
Espacio para elevación del brazo de atirantado	$2S_0$	
Fuerza de contacto media F_m	Véase el punto 4.2.15	
Desviación típica 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)	$\leq 0,1$ para sistemas de c.a. $\leq 0,2$ para sistemas de c.c	$\leq 0,1$

Para las definiciones, valores y métodos de ensayo, consúltense las normas EN50317:2002 y EN50318:2002.

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 una fuerza de contacto media F_m a la velocidad máxima de la línea. Cuando la elevación del brazo de atirantado está limitada físicamente a causa del diseño de la línea aérea de contacto, se permite reducir el espacio necesario a $1,5 S_0$ (consúltense EN50119:2009 punto 5.10.2)

La fuerza máxima (F_{max}) en una línea abierta está generalmente dentro de valor de F_m más tres desviaciones típicas σ_{max} ; valores mayores se pueden producir en puntos determinados, que no superarán los indicados en la norma EN50119:2009, Cuadro 4 punto 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.

4.2.17. Separación de pantógrafos

La línea aérea de contacto se diseñará para un mínimo de dos pantógrafos que trabajen de forma adyacente, con una separación mínima entre los ejes de las cabezas del pantógrafo como se fija en el cuadro 4.2.17.

Cuadro 4.2.17

Separación de pantógrafos

Velocidad de servicio (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)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Tipo									
160 < v ≤ 200	200	85	35	200	115	35	200	85	35
120 < v ≤ 160	85	85	35	20	20	20	85	35	20
80 < v ≤ 120	20	15	15	20	15	15	35	20	15
v ≤ 80	8	8	8	8	8	8	20	8	8

En su caso, se declararán los parámetros siguientes en el registro de infraestructura (véase el anexo C):

- el tipo de diseño de distancia (A, B o C) para la línea aérea de contacto de acuerdo con el cuadro 4.2.17,
- la separación mínima entre pantógrafos adyacentes por debajo de lo que se muestra en el cuadro 4.2.17,
- el número de pantógrafos por encima de dos, para el que se ha diseñado la línea.

4.2.18. Material del hilo de contacto

La combinación del material del hilo de contacto y de la pletina de contacto tiene una fuerte influencia en el desgaste de ambos lados.

Los materiales admisibles para los hilos de contacto son el cobre y las aleaciones de cobre (salvo las aleaciones cobre-cadmio). El hilo de contacto cumplirá los requisitos de la norma EN50149:2001 puntos 4.1, 4.2 y 4.5 a 4.7 (salvo el cuadro 1).

Para las líneas de c.a., se diseñará el hilo de contacto para permitir el empleo de pletinas de contacto de carbono puro (ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional, punto 4.2.8.2.9.4.2). Cuando el Administrador de Infraestructura acepte otro material para las pletinas de contacto, deberá hacerse una anotación en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

El hilo de contacto se diseñará en las líneas de c.c. para que admita materiales de las pletinas de contacto que estén de acuerdo con la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional, punto 4.2.8.2.9.4.2.

4.2.19. Secciones de separación de fases

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 se hará bajar a cero de acuerdo con la norma EN50388:2005 punto 5.1.

Se dispondrán los medios adecuados (excepto la sección de pequeña separación del anexo F – figura F.1) que permitan que un tren que se ha parado dentro de la sección de separación de fases pueda arrancar de nuevo. La sección neutra se podrá conectar a las secciones adyacentes por medio de disyuntores controlados a distancia.

El diseño de las secciones de separación adoptará normalmente soluciones como las descritas en la norma EN50367:2006 anexo A.1 o en el anexo F de esta ETI. Cuando se proponga una solución alternativa, se tendrá que demostrar que dicha alternativa es al menos tan fiable.

En el registro de infraestructura se proporcionará información sobre el diseño de las secciones de separación de fases y la configuración admisible de pantógrafos levantados (véase el anexo C).

4.2.20. *Secciones de separación de sistemas*4.2.20.1. *Generalidades*

El diseño de las secciones de separación de sistemas asegurará que los vehículos puedan pasar de un sistema de alimentación eléctrica a otro adyacente sin que se forme un arco eléctrico entre los dos sistemas. Un sistema de separación entre sistemas de c.a. y c.c. precisa adoptar medidas adicionales en el circuito de retorno tal como se define en la norma EN50122-2:1998, punto 6.1.1.

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,

Los Administradores de Infraestructura vecinos se pondrán de acuerdo, bien sobre (a), bien sobre (b), según las circunstancias existentes. Se incluirá en el registro de infraestructura el método que se vaya a adoptar (véase el anexo C).

4.2.20.2. *Pantógrafo levantado*

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:

- la geometría de los distintos elementos de la línea aérea de contacto impedirán que los pantógrafos provoquen cortocircuitos o puenteen ambos sistemas de alimentación,
- 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,
- 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 EN50119:2009, punto 5.10.3.

La configuración de pantógrafos que se permite para atravesar levantados la separación de sistemas se incluirá en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

4.2.20.3. *Pantógrafos bajados*

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

Si se atraviesa una sección de separación de sistemas con los pantógrafos bajados, se diseñará de forma que se evite la formación de arcos eléctricos por un pantógrafo levantado de forma no intencionada. Se dispondrá de equipos que desconecten ambos sistemas de alimentación si un pantógrafo permanece levantado, por ejemplo, mediante la detección de cortocircuitos.

4.2.21. *Equipos de medida del consumo de energía eléctrica*

Como se especifica en el punto 2.1 de la presente ETI, en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional se establecen los requisitos aplicables a los equipos de a bordo de medida del consumo de energía.

Si se instala un equipo de medida del consumo de energía eléctrica, será compatible con el punto 4.2.8.2.8 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional. Este equipo podrá utilizarse con fines de facturación y los datos que indique serán aceptados para la facturación en todos los Estados miembros.

4.3. **Especificación funcional y técnica 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. También incluyen referencias a la ETI de seguridad en los túneles.

4.3.2. *Locomotoras y material rodante de viajeros*

ETI de energía del sistema ferroviario convencional		ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Tensión y frecuencia	4.2.3	Funcionamiento dentro de los márgenes de tensión y frecuencia	4.2.8.2.2

ETI de energía del sistema ferroviario convencional		ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Corriente máxima del tren	4.2.4.1	Potencia y corriente máximas de la línea aérea de contacto	4.2.8.2.4
Factor de potencia de los trenes	4.2.4.2	Factor de potencia	4.2.8.2.6
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo	4.2.6	Corriente máxima en reposo para sistemas de c.c.	4.2.8.2.5
Frenado de recuperación	4.2.7	Freno de recuperación con energía hacia la línea aérea de contacto	4.2.8.2.3
Medidas de coordinación de la protección eléctrica	4.2.8	Protección eléctrica del tren	4.2.8.2.10
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de c.a.	4.2.9	Perturbaciones de energía del sistema para sistemas de c.a.	4.2.8.2.7
Geometría de la línea aérea de contacto	4.2.13	Zona de trabajo de la altura del pantógrafo	4.2.8.2.9.1
		Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2
Gálibo del pantógrafo	4.2.14	Geometría del arco del pantógrafo	4.2.8.2.9.2
		Gálibo	4.2.3.1
Fuerza de contacto media	4.2.15	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	4.2.16	Fuerza de contacto y comportamiento dinámico del pantógrafo	4.2.8.2.9.6
Separación de pantógrafos	4.2.17	Configuración de los pantógrafos	4.2.8.2.9.7
Material del hilo de contacto	4.2.18	Material de la pletina de contacto	4.2.8.2.9.4.2
Secciones de separación:		Circulación a través de una sección de separación de fases o de sistemas	4.2.8.2.9.8
fases	4.2.19		
sistemas	4.2.20		
Equipos de medida del consumo de energía eléctrica	4.2.21	Función de medida del consumo de energía	4.2.8.2.8

4.3.3. Infraestructura

ETI de energía del sistema ferroviario convencional		ETI de infraestructura del sistema ferroviario convencional	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gálibo del pantógrafo	4.2.14	Gálibo de implantación de obstáculos	4.2.4.1
Medidas de protección:		Protección contra choques eléctricos	4.2.11.3
— del sistema de la línea aérea de contacto	4.7.3		
— del circuito de retorno de corriente	4.7.4		

4.3.4. *Control-mando y señalización*

La interfaz para el control de potencia en las secciones de separación de sistemas y fases es una interfaz entre el subsistema de energía y el de material rodante. Sin embargo, se controla a través del subsistema de control-mando y señalización; por consiguiente, la interfaz se especifica en la ETI de control-mando y señalización del sistema ferroviario convencional y la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

Dado que los armónicos de corriente generados por el material rodante afectan al subsistema de control-mando y señalización a través del subsistema de energía, esta cuestión se trata dentro del subsistema de control-mando y señalización.

4.3.5. *Explotación y gestión del tráfico*

El Administrador de Infraestructura está obligado a disponer de sistemas que le permitan comunicarse con las empresas ferroviarias.

ETI de energía del sistema ferroviario convencional		ETI de explotación del sistema ferroviario convencional	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Gestión de la alimentación eléctrica	4.4.2	Descripción de la línea y el equipo de tierra asociado a la línea por la que se circula	4.2.1.2.2
		Información al conductor en tiempo real	4.2.1.2.3
Ejecución de obras	4.4.3	Elementos modificados	4.2.1.2.2.2

4.3.6. *Seguridad en los túneles*

ETI de energía del sistema ferroviario convencional		ETI de seguridad en los túneles	
Parámetro	Punto	Parámetro	Punto
Continuidad de la alimentación eléctrica en caso de perturbaciones en los túneles	4.2.5	Segmentación de la línea aérea de contacto o de los carriles conductores	4.2.3.1

4.4. **Normas de explotación**4.4.1. *Introducción*

Para cumplir los requisitos esenciales del capítulo 3, las normas de explotación específicas para el subsistema objeto de la presente ETI son las siguientes:

4.4.2. *Gestión de la alimentación eléctrica*4.4.2.1. *Gestión de la alimentación eléctrica en condiciones normales*

En condiciones normales, para cumplir el punto 4.2.4.1 la corriente máxima admisible del tren no superará el valor indicado en el registro de infraestructura (véase el anexo C).

4.4.2.2. *Gestión de la alimentación eléctrica en condiciones anómalas*

En condiciones anómalas, puede ser menor la corriente máxima admisible en el tren (véase el anexo C). El Administrador de Infraestructura informará de la variación a las empresas ferroviarias.

4.4.2.3. *Gestión de la alimentación eléctrica en caso de peligro*

El Administrador de Infraestructura dispondrá procedimientos para la gestión adecuada de la alimentación eléctrica en una emergencia. Las empresas ferroviarias que exploten servicios en la línea y las que realicen trabajos en ella deberán ser avisadas de las medidas temporales y de su situación geográfica, naturaleza y medios de señalización. La responsabilidad de la puesta a tierra se definirá en el plan de emergencia que debe preparar el Administrador de Infraestructura. La evaluación de la conformidad se efectuará comprobando la existencia de canales de comunicación, instrucciones, procedimientos y dispositivos para uso en casos de emergencia.

4.4.3. *Ejecución de obras*

En determinadas situaciones de obras programadas con antelación, puede ser necesario dejar en suspenso temporalmente las especificaciones del subsistema de energía y sus componentes de interoperabilidad definidas en los capítulos 4 y 5 de la ETI. En este caso, el Administrador de Infraestructura definirá las condiciones de explotación excepcionales más adecuadas que se requieran para garantizar la seguridad.

Se aplicarán las siguientes disposiciones generales:

- las condiciones de explotación excepcionales que no se ajusten a las ETI serán temporales y estarán programadas,
- las empresas ferroviarias que exploten servicios en la línea y las que realicen trabajos en ella deberán ser avisadas de las medidas temporales y de su situación geográfica, naturaleza y medios de señalización.

4.5. **Normas de mantenimiento**

Se mantendrán las características especificadas del sistema de alimentación eléctrica (incluyendo subestaciones y puestos de seccionamiento) y de la línea aérea de contacto durante su vida útil.

Se elaborará un plan de mantenimiento a fin de garantizar que las características especificadas del subsistema de energía necesarias para asegurar la interoperabilidad se mantienen dentro de los límites prescritos. El plan de mantenimiento incluirá, en particular, la descripción de las competencias profesionales del personal y del equipo de protección que debe utilizar.

Los procedimientos de mantenimiento no degradarán medidas de seguridad tales como la continuidad del circuito de retorno de corriente, la limitación de sobretensiones y la detección de cortocircuitos.

4.6. **Competencias profesionales**

El Administrador de Infraestructura es responsable de las competencias profesionales y la calificación del personal que explota y controla el subsistema de energía; se asegurará de que los procesos de evaluación de la competencia están claramente documentados. Los requisitos de competencia para el mantenimiento del subsistema de energía se detallarán en el plan de mantenimiento (véase el punto 4.5.2).

4.7. **Condiciones de seguridad y salud**

4.7.1. *Introducción*

En los puntos siguientes se describen las condiciones de seguridad y salud del personal que requieran la explotación, el mantenimiento del subsistema de energía y la aplicación de la ETI.

4.7.2. *Disposiciones sobre protección de subestaciones y puntos de seccionamiento*

La seguridad eléctrica de los sistemas de alimentación eléctrica se conseguirá mediante el diseño y la prueba de estas instalaciones con arreglo a la norma EN50122-1:1997, puntos 8 (excluida la referencia a la norma EN50179) y 9.1. Las subestaciones y los puestos de seccionamiento estarán protegidos contra accesos no autorizados.

La puesta a tierra de las subestaciones y los puestos de seccionamiento se integrará en el sistema general de puesta a tierra dispuesto a lo largo de la línea.

Para cada instalación, se acreditará mediante análisis del diseño que los circuitos de retorno de corriente y los conductores de tierra son adecuados. Se acreditará que se han puesto en práctica las medidas de protección contra choques eléctricos y potencial de carril según lo previsto.

4.7.3. *Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto*

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 50119:2009 punto 4.3 y EN 50122-1:1997 puntos 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 y 7, excluidos los requisitos de las conexiones de los circuitos de la vía.

Las medidas para la puesta a tierra de la línea aérea de contacto se integrarán en el sistema general de puesta a tierra dispuesto a lo largo de la línea.

Para cada instalación, se acreditará mediante análisis del diseño que los circuitos de retorno de corriente y los conductores de tierra son adecuados. Se acreditará que se han puesto en práctica las medidas de protección contra choques eléctricos y potencial de carril según lo previsto.

4.7.4. *Medidas de protección del circuito de retorno de corriente*

La seguridad eléctrica y la funcionalidad del circuito de retorno de corriente se alcanzarán diseñando estas instalaciones con arreglo a la norma EN 50122-1:1997, puntos 7 y 9.2 a 9.6 (excluida la referencia a la norma EN 50179).

Para cada instalación, se acreditará mediante análisis del diseño que los circuitos de retorno de corriente son adecuados. Asimismo, se acreditará que se han puesto en práctica las medidas de protección contra choques eléctricos y potencial de carril según lo previsto en el proyecto.

4.7.5. *Otros requisitos generales*

Además de los puntos 4.7.2 a 4.7.4, y de los requisitos especificados en el plan de mantenimiento (véase el punto 4.5), deberán tomarse precauciones para garantizar la seguridad y salud del personal de mantenimiento y explotación, de conformidad con la normativa europea y la normativa nacional compatible con la legislación europea.

4.7.6. *Ropa de alta visibilidad*

El personal dedicado al mantenimiento del subsistema de energía, cuando trabaje en la vía o en sus inmediaciones, llevará ropa reflectante con la marca CE [en cumplimiento de lo dispuesto en la Directiva 89/686/CEE, de 21 de diciembre de 1989, sobre aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los equipos de protección individual ⁽¹⁾].

4.8. **Registro de infraestructura y registro europeo de tipos autorizados de vehículos**

4.8.1. *Introducción*

De acuerdo con los artículos 33 y 35 de la Directiva 2008/57/CE, todas las ETI deben indicar de forma precisa la información que ha de incluirse en el registro europeo de tipos autorizados de vehículos y en el registro de infraestructura.

4.8.2. *Registro de infraestructura*

El anexo C de la presente ETI indica la información relativa al subsistema de energía que se incluirá en el registro de infraestructura. En todos los casos, cuando cualquier parte o la totalidad de un subsistema de energía se homologue con la presente ETI, se consignará este extremo en el registro de infraestructura según lo indicado en el anexo C y en el punto correspondiente de los capítulos 4 y 7.5 (casos específicos).

4.8.3. *Registro europeo de tipos autorizados de vehículos*

El anexo D de la presente ETI indica la información relativa al subsistema de energía que se incluirá en el registro europeo de tipos autorizados de vehículos.

5. COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD

5.1. **Lista de componentes**

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

Línea aérea de contacto: 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.

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 sitúan por encima del límite superior del gálibo de los vehículos, a los cuales suministra energía eléctrica a través de los pantógrafos.

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.

⁽¹⁾ DO L 399 de 30.12.1989, p. 18.

La evaluación de conformidad se regirá por las fases y características que se indican en el punto 6.1.3 y por X en el cuadro A.1 del anexo 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 línea aérea de contacto

El diseño de la línea aérea de contacto se ajustará al punto 4.2.13.

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 punto 4.2.15.

5.2.1.3. Comportamiento dinámico

Los requisitos de comportamiento dinámico de la línea aérea de contacto se establecen en el punto 4.2.16.

5.2.1.4. Espacio para la elevación

La línea aérea de contacto se diseñará de manera que deje el espacio necesario para la elevación, establecido en el punto 4.2.16.

5.2.1.5. Diseño de la separación de pantógrafos

La línea aérea de contacto será diseñada para una separación de pantógrafos especificada en el punto 4.2.17.

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 punto 4.2.6.

5.2.1.7. Material del hilo de contacto

El material del hilo de contacto cumplirá los requisitos establecidos en el punto 4.2.18.

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

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

Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables a los componentes de interoperabilidad se establecen en el punto 6.1.4

6.1.2. Aplicación de los módulos

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

- CA Control interno de la fabricación
- CB Examen de tipo CE
- CC Conformidad con el tipo basándose en el control interno de fabricación
- CH Conformidad basándose en un sistema de gestión de calidad total
- 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 el mercado de la UE con anterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CA o CH
Comercializados en el mercado de la UE con posterioridad a la entrada en vigor de la presente ETI	CB+CC o CH1

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.

En el caso de productos comercializados en el mercado antes de la publicación de la presente ETI, 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 están 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 propusiera una solución innovadora para un componente de interoperabilidad definido en el punto 5.2, el fabricante o su representante autorizado en la Comunidad detallará las diferencias con el punto correspondiente de esta ETI y las someterá a la Comisión para su análisis.

En caso de que el análisis diera lugar a un dictamen favorable, se desarrollarán las especificaciones funcionales y de interfaz adecuadas para el componente y el método de evaluación con autorización de la Comisión.

Estas especificaciones funcionales y de interfaz y los correspondientes métodos de evaluación se incorporarán a la ETI en el proceso de revisión.

Mediante notificación de una decisión de la Comisión adoptada de acuerdo con el artículo 29 de la Directiva, podrá permitirse la aplicación de la solución innovadora antes de su incorporación a la ETI en el proceso de revisión.

6.1.4. Procedimiento particular de evaluación para el componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto»

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

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).

Los nuevos diseños de la línea aérea de contacto se evaluarán por simulación con arreglo a la norma EN50318:2002 y por medición de una sección de ensayo del nuevo diseño con arreglo a la norma EN50317:2002.

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.

Las simulaciones se harán utilizando al menos dos tipos de pantógrafo que cumplan la ETI ⁽¹⁾ correspondiente para la velocidad ⁽²⁾ y el sistema de alimentación eléctrica adecuados, hasta la velocidad de diseño del componente de interoperabilidad «línea aérea de contacto» propuesto.

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 del sistema ferroviario convencional.

La simulación se realizará para un único pantógrafo y para múltiples pantógrafos con separación conforme a los requisitos del punto 4.2.17.

Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente simulada estará de acuerdo con el punto 4.2.16 por lo que se refiere a elevación, fuerza de contacto media y desviación típica de cada pantógrafo.

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

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.

⁽¹⁾ Es decir, pantógrafos certificados como componentes de interoperabilidad de acuerdo con las ETI del sistema ferroviario convencional o del sistema ferroviario de alta velocidad.

⁽²⁾ 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.

La prueba se realizará al menos para las configuraciones de pantógrafo más desfavorables deducidas de las simulaciones y cumplirá los requisitos establecidos en el punto 4.2.17.

Cada pantógrafo desarrollará una fuerza de contacto media hasta la velocidad de diseño considerada para la línea aérea de contacto sometida a prueba como exige el punto 4.2.15.

Para ser aceptable, la calidad de la captación de corriente medida estará de acuerdo con el punto 4.2.16 por lo que se refiere a la elevación y o bien a la fuerza de contacto media y la desviación típica, o bien al porcentaje de arcos.

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.

La evaluación del comportamiento dinámico y de la calidad de la captación de corriente para el componente de interoperabilidad «pantógrafo» se establecen en el punto 6.1.2.2.6 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

6.1.4.2. Evaluación de la corriente en reposo

La evaluación de conformidad se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN50367:2006, anexo A.4.1.

6.1.5. Declaración CE de conformidad de los componentes de interoperabilidad

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

- tensión y frecuencia nominal;
- velocidad de diseño máxima.

6.2. Subsistema de energía

6.2.1. Disposiciones generales

A petición del solicitante, el organismo notificado llevará a cabo la verificación CE de acuerdo con el anexo VI de la Directiva 2008/57/CE y con las disposiciones de los módulos aplicables.

Si el solicitante demostrara que se han superado pruebas o verificaciones de un subsistema de energía para aplicaciones anteriores de un diseño en circunstancias similares, el organismo notificado las tendrá en cuenta para la verificación CE.

Los procedimientos de evaluación de los requisitos particulares aplicables al subsistema se establecen en el punto 6.2.4

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:

- módulo SG: verificación CE basada en la verificación de una unidad, o
- módulo SH1: verificación CE basada en un sistema de gestión de calidad total con 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 ⁽¹⁾ o por el solicitante (o en su nombre).

⁽¹⁾ Para aceptar las pruebas y ensayos, las condiciones deben ser similares a las que haya considerado un organismo notificado para subcontratar actividades (véase el apartado 6.5 de la Guía azul sobre el nuevo enfoque).

6.2.2.2. Aplicación del módulo SH1

Solamente se podrá escoger el módulo SH1 cuando las actividades que contribuyan al subsistema propuesto que hay que verificar (diseño, fabricación, montaje, instalación) estén sujetas a un sistema de gestión de 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 el subsistema incluye una solución innovadora según lo mencionado en el punto 4.1, el solicitante indicará la diferencia con los puntos correspondientes de la ETI y las comunicará a la Comisión.

En caso de dictamen favorable, se desarrollarán las especificaciones funcionales y de interfaz adecuadas y los métodos de evaluación para esta solución.

Las especificaciones funcionales y de interfaz adecuadas y los métodos de evaluación correspondientes se incorporarán a la ETI en el proceso de revisión. Mediante notificación de una decisión de la Comisión, adoptada de acuerdo con el artículo 29 de la Directiva, podrá permitirse la aplicación de la solución innovadora antes de su incorporación a la ETI mediante el proceso de revisión.

6.2.4. Procedimientos particulares de evaluación del subsistema

6.2.4.1. Evaluación de la tensión útil media

La evaluación se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN50388:2005, puntos 14.4.1, 14.4.2 (solo simulación) y 14.4.3.

6.2.4.2. Evaluación del frenado de recuperación

La evaluación de las instalaciones fijas de alimentación eléctrica de c.a. se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN50388:2005, punto 14.7.2

La evaluación de la alimentación eléctrica de c.c. se llevará a cabo mediante un análisis de diseño.

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

La evaluación del diseño y explotación de las subestaciones se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN50388:2005, punto 14.6.

6.2.4.4. Evaluación de armónicos y efectos dinámicos para sistemas de corriente alterna

La evaluación, basada en un estudio de compatibilidad, se llevará a cabo de acuerdo con la norma EN50388:2005, punto 10.3, teniendo en cuenta las sobretensiones indicadas en la norma EN 50388:2005, punto 10.4.

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

Si la línea aérea de contacto que se va a instalar en una línea nueva está certificada como componente de interoperabilidad, se realizarán mediciones de los parámetros de interacción de acuerdo con la norma EN50317:2002, para comprobar la correcta instalación.

Estas mediciones se llevarán a cabo con un componente de interoperabilidad «Pantógrafo», que presente las características de fuerza de contacto media requeridas por el punto 4.2.15 de la presente ETI para la velocidad de diseño considerada para la línea aérea de contacto.

El objetivo principal de esta prueba es detectar los errores de montaje pero no evaluar el diseño, en principio.

La línea aérea de contacto instalada podrá aceptarse si los resultados de las medidas cumplen los requisitos del punto 4.2.16 aplicables a la elevación y o bien a la fuerza de contacto media y la desviación típica, o bien al porcentaje de arcos.

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 punto 6.2.2.2.14 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional.

6.2.4.6. Evaluación del plan de mantenimiento

La evaluación se llevará a cabo verificando la existencia del mantenimiento.

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*

Durante el período transitorio previsto en el artículo 4 de esta Decisión, los organismos notificados podrán expedir certificados 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, si se cumplen los criterios siguientes:

— el organismo notificado ha comprobado la conformidad del subsistema con respecto a los requisitos del capítulo 4 y en relación con los capítulos 6.2 a 7 (excepto «Casos específicos») de la presente ETI.

Además, no se aplica la conformidad de los componentes de interoperabilidad con el capítulo 5 y 6.1, y

— los componentes de interoperabilidad no amparados por la correspondiente declaración CE de conformidad y/o de idoneidad para el uso se han empleado en un sistema ya aprobado y puesto en servicio al menos en un Estado miembro antes de la entrada en vigor de la presente ETI.

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*

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

La declaración CE de verificación del subsistema indicará claramente:

— los componentes de interoperabilidad que se han evaluado como parte del subsistema,

— la confirmación de que el subsistema incluye componentes de interoperabilidad idénticos a los que se ha verificado como parte del subsistema,

— 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*

Durante el período transitorio, así como después de su terminación, 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. En cualquier caso, el organismo responsable del mantenimiento debe garantizar que los recambios de los componentes 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 cualquier norma nacional o internacional, o cualquier procedimiento técnico que esté ampliamente admitido en el ámbito ferroviario.

7. **IMPLANTACIÓN**

7.1. **Generalidades**

El Estado miembro especificará para las líneas de la red transeuropea los componentes del subsistema de energía que se precisan para los servicios interoperables (por ejemplo, líneas aéreas de contacto sobre vías, apartaderos, estaciones, estaciones de clasificación) y que por lo tanto, deben cumplir la presente ETI. Al hacerlo, el Estado miembro tendrá en cuenta la coherencia del sistema en su conjunto.

7.2. **Estrategia progresiva hacia la interoperabilidad**

7.2.1. *Introducción*

La estrategia descrita en la presente ETI se aplica a las líneas nuevas, acondicionadas y renovadas.

La modificación de las líneas existentes para que estén conformes con las ETI puede acarrear elevados costes de inversión y, por lo tanto, puede hacerse progresivamente.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 20, apartado 1, de la Directiva 2008/57/CE, la estrategia de migración indicará la forma en que deban adaptarse las instalaciones existentes cuando esté justificado económicamente hacerlo.

7.2.2. *Estrategia de migración para tensión y frecuencia*

La elección de un sistema de alimentación eléctrica es una decisión del Estado miembro. La decisión se debe adoptar basándose en aspectos económicos, teniendo en cuenta al menos los siguientes factores:

- el sistema de alimentación eléctrica existente en ese Estado miembro,
- las conexiones con las líneas ferroviarias de los países colindantes que ya dispongan de un sistema de alimentación eléctrica.

7.2.3. *Estrategia de migración para pantógrafos y geometría de las líneas aéreas de contacto*

Se diseñará la línea aérea de contacto para su utilización al menos con uno de los pantógrafos con la geometría de arco (1 600 mm o 1 950 mm) indicada en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional, punto 4.2.8.2.9.2.

7.3. **Aplicación de la ETI a líneas nuevas**

Los capítulos 4 a 6, así como cualquier disposición específica del punto 7.5 siguiente, se aplican plenamente a las líneas ubicadas en el ámbito geográfico de la presente ETI (véase el punto 1.2) que hayan de ponerse en servicio tras su entrada en vigor.

7.4. **Aplicación de la ETI a líneas existentes**

7.4.1. *Introducción*

Si bien la ETI debe aplicarse completamente a las instalaciones nuevas, su aplicación en las líneas existentes puede exigir modificaciones en los equipos existentes. El grado de modificación necesaria dependerá del grado de conformidad de dichos equipos. En el caso de la ETI del sistema ferroviario convencional, sin perjuicio del punto 7.5 (casos específicos), se aplicarán los siguientes principios.

Cuando se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE por requerirse una autorización de puesta en servicio, el Estado miembro decidirá los requisitos de la ETI que deban aplicarse teniendo en cuenta la estrategia de migración.

Cuando no se aplique el artículo 20, apartado 2, de la Directiva 2008/57/CE por no requerirse una nueva autorización de puesta en servicio, 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.

Cuando el Estado miembro requiera poner en servicio nuevos equipos, 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 de prestación reducidos.

En el caso de los subsistemas ya existentes, podrá permitirse la circulación de vehículos conformes con la ETI siempre que cumplan los requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE. En este caso, el Administrador de Infraestructura deberá poder completar, de manera voluntaria, el registro de infraestructura indicado en el artículo 35 de la Directiva 2008/57/CE. El procedimiento que deberá utilizarse para la demostración del nivel de cumplimiento con los parámetros básicos de la ETI se definirá en la especificación del registro de infraestructura que debe adoptar la Comisión con arreglo a dicho artículo.

7.4.2. *Acondicionamiento/renovación de la línea aérea de contacto y/o la alimentación eléctrica*

Se puede modificar gradualmente la totalidad o parte de la línea aérea de contacto 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.

Sin embargo, la conformidad de todo el subsistema solamente se podrá declarar una vez que todos los elementos se hayan hecho conformes con la ETI.

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 estén 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.

7.4.3. *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.

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

Un subsistema que esté actualmente en servicio podrá admitir, de acuerdo con los requisitos de las ETI de material rodante del sistema ferroviario convencional y del sistema ferroviario de alta velocidad, que circulen trenes mientras cumplan los requisitos esenciales. El Administrador de Infraestructura podrá, en este caso, completar de forma voluntaria el registro de infraestructura de acuerdo con el anexo C de la presente ETI para mostrar el nivel de cumplimiento con los parámetros básicos de la misma.

7.5. **Casos específicos**

7.5.1. *Introducción*

Se permiten las siguientes disposiciones especiales en los casos específicos que siguen:

a) casos «P»: casos permanentes;

b) casos «T»: casos temporales, donde se recomienda que el sistema deseado se obtenga para 2020 [objetivo establecido en la Decisión nº 1692/96/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, de 23 de julio de 1996, sobre orientaciones comunitarias para el desarrollo de la red transeuropea de transporte ⁽¹⁾, modificada por la Decisión nº 884/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo ⁽²⁾].

7.5.2. *Lista de casos específicos*

7.5.2.1. *Características particulares de la red estonia*

Caso P

Los parámetros básicos de los puntos 4.2.3 a 4.2.20 no son aplicables a las líneas con ancho de vía de 1 520 mm y representan una cuestión pendiente.

7.5.2.2. *Características particulares de la red francesa*

7.5.2.2.1. *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 Port Bou,

— Toulouse a Narbonne,

pueden ir más allá de los valores establecidos en la norma EN50163:2004, punto 4 ($U_{\max 2}$ cercana a 2 000 V).

7.5.2.2.2. *Fuerza de contacto media (4.2.15)*

Caso P

Para la línea de 1,5 kV de c.c., la fuerza de contacto media se encuentra dentro de los márgenes siguientes:

⁽¹⁾ DO L 228 de 9.9.1996, p. 1.

⁽²⁾ DO L 167 de 30.4.2004, p. 1.

Cuadro 7.5.2.2.2

Valores de la fuerza de contacto media

1,5 kV c.c.	$70 \text{ N} < F_m < 0,00178 \cdot v^2 + 110 \text{ N}$ con un valor de 140 N en reposo
-------------	--

2.5.2.3. Características particulares de la red finlandesa

7.5.2.3.1. Geometría de la línea aérea de contacto: altura del hilo de contacto (4.2.13.1)

Caso P

La altura nominal del hilo de contacto es de 6,15 m, con un mínimo de 5,60 m y un máximo de 6,60 m.

2.5.2.4. Características particulares de la red letona

Caso P

Todos los parámetros básicos de los puntos 4.2.3 a 4.2.20 no son aplicables a las líneas con ancho de vía de 1 520 mm y representan una cuestión pendiente.

2.5.2.5. Características particulares de la red lituana

Caso P

Todos los parámetros básicos de los puntos 4.2.3 a 4.2.20 no son aplicables a las líneas con ancho de vía de 1 520 mm y representan una cuestión pendiente.

2.5.2.6. Características particulares de la red eslovena

7.5.2.6.1. Gálibo del pantógrafo (4.2.14)

Caso P

Para Eslovenia, con vistas a la renovación y acondicionamiento de las líneas existentes en lo que se refiere al gálibo existente de las estructuras (túneles, pasos superiores, puentes), el gálibo mecánico cinemático del pantógrafo está de acuerdo con el perfil de pantógrafo de 1 450 mm definido en la norma EN 50367, 2006, figura B.2.

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

7.5.2.7.1. Altura del hilo de contacto (4.2.13.1)

Caso P

En Gran Bretaña, con vistas al acondicionamiento o a la renovación del subsistema de energía existente o la construcción de nuevos subsistemas de energía en la infraestructura existente, la altura nominal adoptada del hilo de contacto no será inferior a 4 700 mm.

7.5.2.7.2. Desviación lateral (4.2.13.3)

Casos P

En Gran Bretaña, para subsistemas de energía nuevos, acondicionados o renovados, la desviación lateral admisible del hilo de contacto respecto al eje de diseño de la vía bajo la acción del viento transversal será de 475 mm (a menos que se declare un valor menor en el registro de infraestructura) con una altura del hilo menor o igual a 4 700 mm, incluidas las tolerancias de construcción, los efectos de las temperaturas y la deformación de postes. Para los hilos de contacto por encima de 4 700 mm, se disminuirá ese valor en $0,040 \times (\text{altura del hilo (mm)} - 4 700) \text{ mm}$.

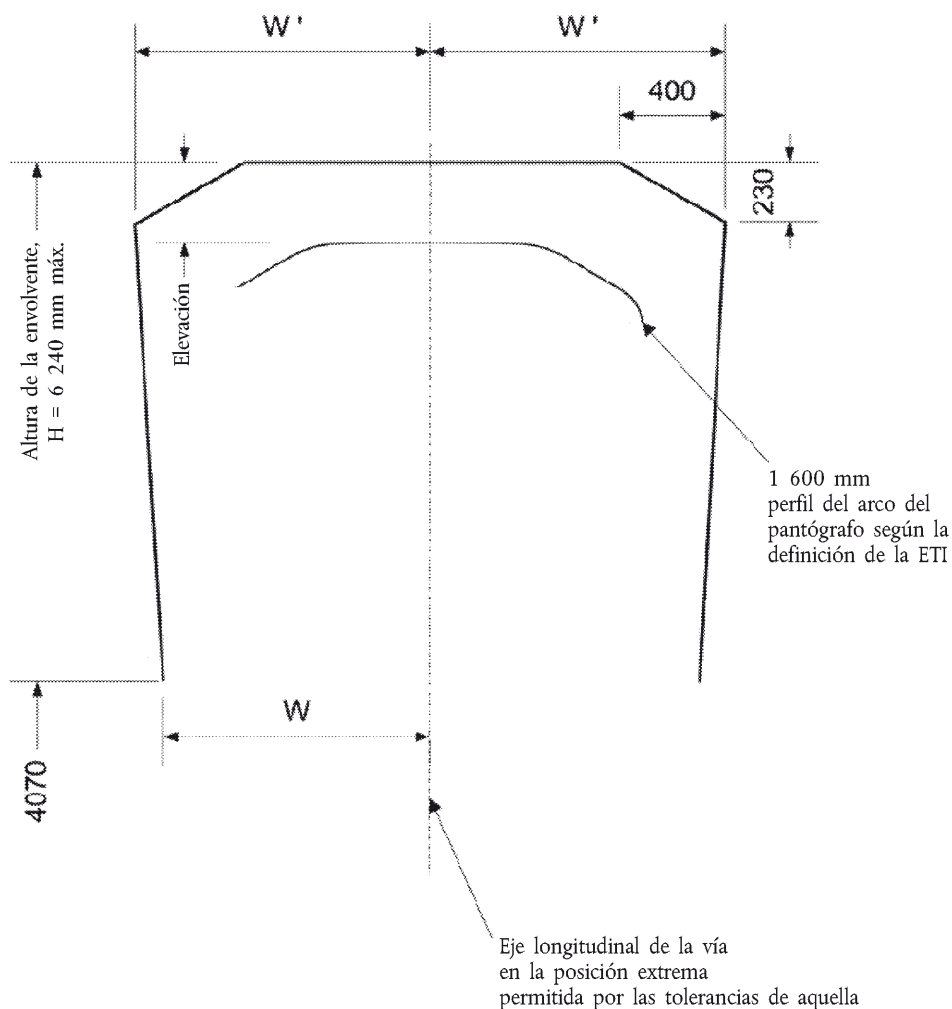
7.5.2.7.3. Gálibo del pantógrafo (4.2.14 y anexo E)

Casos P

En Gran Bretaña, con vistas al acondicionamiento o a la renovación del subsistema de energía existente o la construcción de nuevos subsistemas de energía en la infraestructura existente, el gálibo mecánico cinemático del pantógrafo se define en el diagrama siguiente (figura 7.5.2.7).

Figura 7.5.2.7

Gálibo del pantógrafo



El diagrama muestra la envolvente extrema dentro de la cual debe permanecer el arco del pantógrafo. La envolvente se situará en la posición extrema del eje longitudinal de la vía permitido por las tolerancias de vía, que no se incluyen. La envolvente es un gálibo absoluto, no un contorno de referencia sujeto a ajustes.

A todas las velocidades hasta la velocidad de la línea; peralte máximo; velocidad máxima del viento a la cual es posible un funcionamiento sin restricciones, y velocidad extrema del viento definidas en el registro de infraestructura:

$W = 800 + J$ mm, cuando $H \leq 4\,300$ mm, y

$W' = 800 + J + (0.040 \times (H - 4\,300))$ mm, cuando $H > 4\,300$ mm.

Donde:

H = Altura hasta la parte superior de la envolvente por encima del nivel del carril (en mm). La cota es la suma de la altura del hilo de contacto y la previsión para la elevación.

J = 200 mm en vía recta.

J = 230 mm en vía curva.

J = 190 mm (mínimo) cuando esté limitada por la separación respecto a la infraestructura civil que no pueda aumentarse de manera económica.

Se dejarán unos márgenes adicionales que tengan en cuenta el desgaste del hilo de contacto, la separación mecánica y la separación eléctrica estática o dinámica.

7.5.2.7.4. Ferrocarril electrificado de 600/750 V de corriente continua que emplea carriles conductores a nivel del suelo.

Caso P

Las líneas equipadas con el sistema de electrificación a 600/750 V de c.c. y que utilizan carriles conductores de contacto en la parte superior a nivel del suelo en una configuración de tres y/o cuatro carriles, seguirán siendo acondicionadas, renovadas y ampliadas cuando sea justificable desde el punto de vista económico. Se aplicarán las normas nacionales.

7.5.2.7.5. Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto (4.7.3)

Caso P

Se aplicará la condición nacional especial en la referencia a la norma EN50122-1:1997 punto 5.1.

8. LISTA DE ANEXOS

A. *Evaluación de conformidad de los componentes de interoperabilidad*

B. *Verificación CE del subsistema de energía*

C. *Registro de infraestructura, información del subsistema de energía*

D. *Registro europeo de tipos autorizados de vehículos, información requerida por el subsistema de energía*

E. *Determinación del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo*

F. *Soluciones para las secciones de separación de fases y sistemas*

G. *Factor de potencia*

H. *Protección eléctrica: disparo del disyuntor principal*

I. *Lista de normas europeas citadas*

J. *Glosario*

ANEXO A

EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD DE LOS COMPONENTES DE INTEROPERABILIDAD**A.1. Ámbito**

Este anexo indica 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 capítulo 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

Característica - Punto	Evaluación en la fase siguiente				Procedimientos particulares de evaluación
	Fase de diseño y desarrollo			Fase de producción	
	Revisión de diseño	Revisión del proceso de fabricación	Prueba de tipo	Calidad del producto (fabricación en serie)	
Geometría - 5.2.1.1	X	N/A	N/A	N/A	
Fuerza de contacto media - 5.2.1.2	X	N/A	N/A	N/A	
Comportamiento dinámico - 5.2.1.3	X	N/A	X	N/A	Evaluación de conformidad según el punto 6.1.4.1 mediante simulación validada de acuerdo con EN50318:2002 para la revisión de diseño y medidas efectuadas de acuerdo con EN50317:2002 para la prueba de tipo.
Espacio para la elevación - 5.2.1.4	X	N/A	X	N/A	Simulación validada de acuerdo con EN50318:2002 para la revisión de diseño y medidas efectuadas según EN50317:2002 para las pruebas de tipo con una fuerza de contacto media según el punto 4.2.15.
Diseño de la separación de pantógrafos - 5.2.1.5	X	N/A	N/A	N/A	
Corriente en reposo - 5.2.1.6	X	N/A	X	N/A	Según el punto 6.1.4.2
Material del hilo de contacto - 5.2.1.7	X	N/A	X	N/A	

N/A: no aplicable.

ANEXO B

VERIFICACIÓN CE DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA

B.1. **Ámbito**

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

B.2. **Características y módulos**

En el cuadro B.1 se marcan con «X» las características del subsistema 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				Procedimientos particulares de evaluación
	Fase de desarrollo	Fase de producción			
	Revisión de diseño	Fabricación, armado, montaje	Montaje 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 las prestaciones del sistema - 4.2.4	X	N/A	N/A	N/A	Evaluación de la tensión útil media según el punto 6.2.4.1
Continuidad de la alimentación eléctrica en caso de perturbaciones en los túneles - 4.2.5	X	N/A	X	N/A	
Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo - 4.2.6	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Frenado de recuperación - 4.2.7	X	N/A	N/A	N/A	Según el punto 6.2.4.2
Medidas de coordinación de la protección eléctrica - 4.2.8	X	N/A	X	N/A	Según el punto 6.2.4.3
Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de c.a. - 4.2.9	X	N/A	N/A	N/A	Según el punto 6.2.4.4
Geometría de la línea aérea de contacto: altura del hilo de contacto - 4.2.13.1	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Geometría de la línea aérea de contacto: Variación de la altura del hilo de contacto - 4.2.13.2	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Geometría de la línea aérea de contacto: Desviación lateral - 4.2.13.3	X (*)	N/A	N/A	N/A	

Parámetros básicos	Fase de evaluación				Procedimientos particulares de evaluación
	Fase de desarrollo	Fase de producción			
	Revisión de diseño	Fabricación, armado, montaje	Montaje antes de la puesta en servicio	Validación en condiciones de servicio reales	
Gálbo del pantógrafo - 4.2.14	X	N/A	N/A	N/A	
Fuerza de contacto media - 4.2.15	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente - 4.2.16	X (*)	N/A	X	N/A	Verificación según el punto 6.1.4.1 mediante simulación validada de acuerdo con EN50318:2002 para revisión de diseño. Verificación de la línea aérea de contacto montada según el punto 6.2.4.5 mediante medidas de acuerdo con EN 50317:2002.
Separación de pantógrafos - 4.2.17	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Material del hilo de contacto - 4.2.18	X (*)	N/A	N/A	N/A	
Secciones de separación de fases - 4.2.19	X	N/A	N/A	N/A	
Secciones de separación de sistemas - 4.2.20	X	N/A	N/A	N/A	
Gestión de la alimentación eléctrica en caso de peligro - 4.4.2.3	X	N/A	X	N/A	
Normas de mantenimiento - 4.5	N/A	N/A	X	N/A	Según el punto 6.2.4.6
Protección contra choques eléctricos 4.7.2, 4.7.3, 4.7.4	X	X	X	N/A ¹⁾	1) La validación en condiciones de servicio reales se hará solamente cuando no sea posible en la fase «Montaje antes de la puesta en servicio».

N/A: no aplicable.

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

ANEXO C

REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA, INFORMACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA**C.1. Ámbito**

Este anexo trata de la información sobre el subsistema de energía que habrá de incluirse en el registro de infraestructura por cada sección homogénea de líneas conformes que haya de establecerse con arreglo al punto 4.8.2.

C.2. Características que deben describirse

El cuadro C.1 muestra las características de interoperabilidad del subsistema de energía para las que es preciso proporcionar datos por cada sección de línea.

Cuadro C.1

Información que debe aportarse al registro de la infraestructura.

Parámetro, elemento de interoperabilidad	Punto
Tensión y frecuencia	4.2.3
Corriente máxima en el tren	4.2.4.1
Corriente máxima en reposo, solo para sistemas de c.c.	4.2.6
Condiciones para aceptar energía recuperada	4.2.7
Altura nominal del hilo de contacto	4.2.13.1
Perfiles de pantógrafo aceptados	4.2.13.3
Velocidad máxima de la línea con un pantógrafo en funcionamiento (en su caso)	4.2.17
Tipo de diseño de distancias de separación de pantógrafos para la línea aérea de contacto	4.2.17
Separación mínima entre pantógrafos adyacentes (en su caso)	4.2.17
Número de pantógrafos por encima de dos para el que se ha diseñado la línea (en su caso)	4.2.17
Material admisible para la pletina de contacto	4.2.18
Secciones de separación de fases: tipo de separación utilizada Información sobre el funcionamiento y la configuración de pantógrafos levantados	4.2.19
Secciones de separación de sistemas: tipo de separación utilizada Información sobre funcionamiento: disparo del disyuntor, bajada de pantógrafos	4.2.20
Casos específicos	7.5
Cualquier otra divergencia con los requisitos de la ETI	

ANEXO D

REGISTRO EUROPEO DE TIPOS AUTORIZADOS DE VEHÍCULOS, INFORMACIÓN REQUERIDA POR EL SUBSISTEMA DE ENERGÍA**D.1. Ámbito**

Este anexo indica la información relativa al subsistema de energía que se incluirá en el Registro europeo de tipos autorizados de vehículos.

D.2. Características que deben describirse

El cuadro D.1 incluye las características de interoperabilidad del subsistema de energía cuyos datos deben incluirse en el registro europeo de tipos autorizados de vehículos.

*Cuadro D.1***Información que se debe incluir en el registro europeo de tipos autorizados de vehículos**

Parámetro, elemento de interoperabilidad	Información	Punto de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional
Protección eléctrica del tren	Capacidad del disyuntor de a bordo (kA), trenes que circulan por líneas de 15 kV 16,7 Hz	4.2.8.2.10
Disposición de los pantógrafos	Separación	4.2.8.2.9.7
Equipamiento con dispositivo limitador de corriente	Tipo/características	4.2.8.2.4
Equipamiento con dispositivos de control automático de la potencia	Tipo/características	4.2.8.2.4
Equipamiento con frenos de recuperación	Sí/No	4.2.8.2.3
Existencia de equipo de medida de consumo de energía de a bordo	Sí/No	4.2.8.2.8
Casos específicos relacionados con la energía		7.3
Cualquier otra divergencia con los requisitos de la ETI		

ANEXO E

DETERMINACIÓN DEL GÁLIBO MECÁNICO CINEMÁTICO DEL PANTÓGRAFO

E.1. Generalidades

E.1.1. Espacio libre para líneas electrificadas

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

- para colocar los equipos de la línea aérea de contacto,
- para permitir el paso libre del pantógrafo.

Este anexo trata del paso libre del pantógrafo (gálibo del pantógrafo). La separación eléctrica la considera el Administrador de Infraestructura.

E.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 separación eléctrica con él, 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.

E.1.3. Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Designación	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 de verificación intermedia, h	m
d_l	Desviación lateral del hilo de contacto	m
D_o	Peralte de referencia considerado por el vehículo para la determinación del gálibo del pantógrafo	m
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 de la pletina de contacto del pantógrafo	m
f_{ws}	Elevación del arco del pantógrafo por encima del hilo de contacto debido a la flexibilidad del pantógrafo	m

Símbolo	Designación	Unidad
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
l'_o	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 de rodadura 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
s'_o	Coefficiente de flexibilidad adoptado por convenio entre el vehículo y la infraestructura para la determinación del gálibo del pantógrafo.	
$S'_{i/a}$	Saliente permitido para los pantógrafos hacia el interior/exterior de la curva	m
w	Holgura lateral entre bastidor del bogie y la caja	m
ϑ	Tolerancia de reglaje de la suspensión	radian
τ	Tolerancia de construcción y fijación del pantógrafo	m
Σ_j	Suma de los márgenes de seguridad (horizontales) que cubren algunos aspectos aleatorios ($j = 1, 2$ ó 3) para la determinación del gálibo del pantógrafo	

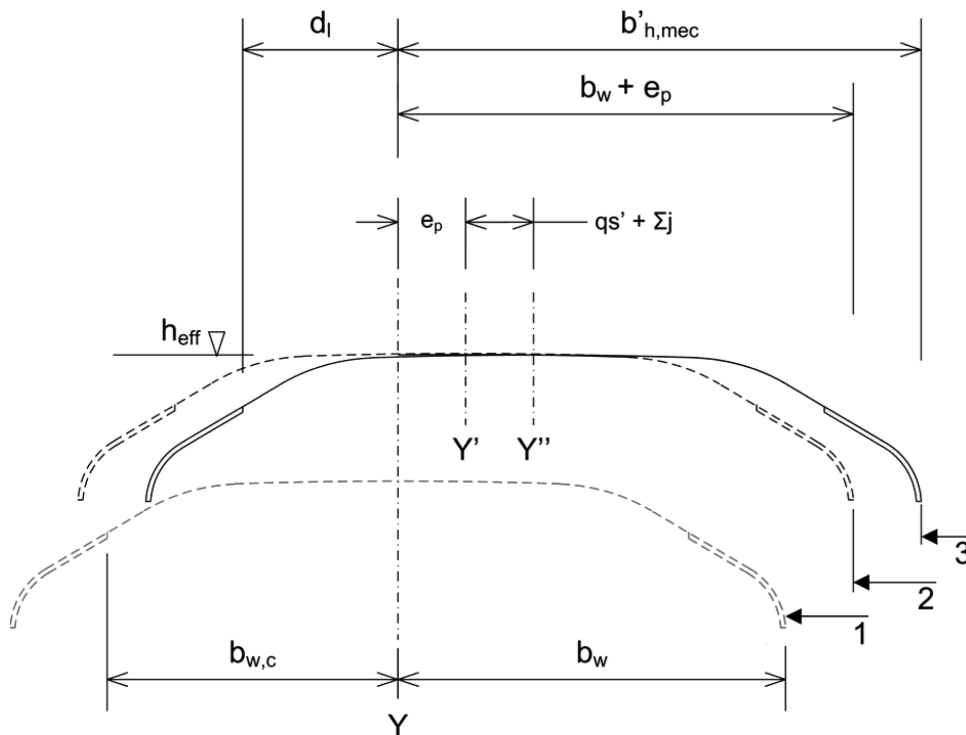
Subíndice a: se refiere al exterior de la curva.

Subíndice i: se refiere al interior de la curva.

E.1.4. Principios básicos

Figura E.1

Gálbos 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

Solamente se respeta el gálibo del pantógrafo si se cumplen simultáneamente los gálbos mecánico y eléctrico.

— El perfil de referencia de paso libre incluye la longitud del arco del pantógrafo 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 línea aérea de contacto) deberán permanecer fuera de los gálbos mecánico y eléctrico.

La figura E.1 muestra los gálbos del pantógrafo.

E.2. Determinación del gálibo mecánico cinemático del pantógrafo

E.2.1. Determinación del ancho del gálibo mecánico

E.2.1.1. Ámbito

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 máxima de verificación h'_o ,
- la altura mínima de verificación h'_u .

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

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

E.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 $h = h'_u$:

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

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

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

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

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

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

E.2.1.3. Semilongitud b_w del arco del pantógrafo

La semilongitud b_w del arco del pantógrafo depende del tipo de pantógrafo utilizado. El perfil del pantógrafo que se considera se define en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional, punto 4.2.8.2.9.2.

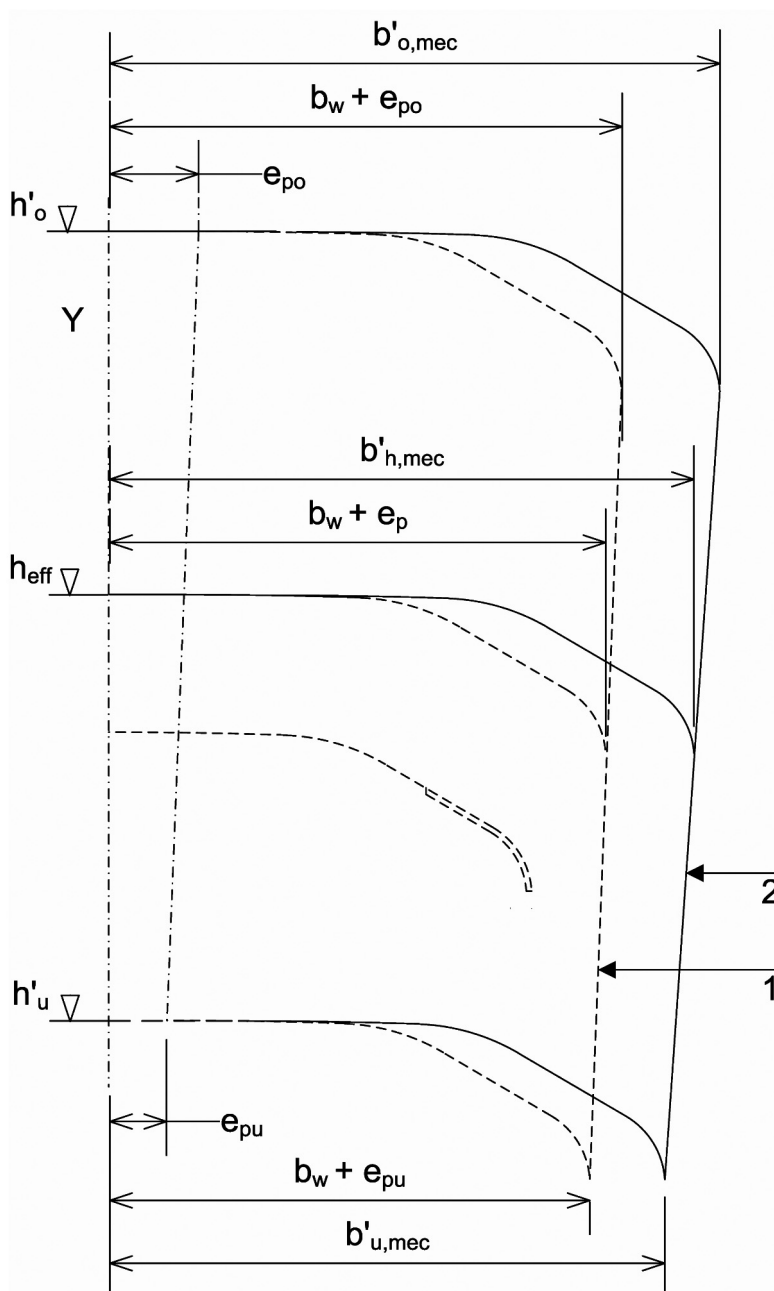
E.2.1.4. Desplazamiento del pantógrafo e_p

El desplazamiento depende principalmente de los aspectos siguientes:

- holgura $q + w$ entre eje y bastidor del bogie y entre bogie y caja del vehículo,
- desplazamientos cuasiestáticos de la caja admitida por el vehículo (dependiendo de la flexibilidad específica s_o' , el peralte de referencia D'_o y la insuficiencia del peralte de referencia I_o),
- la tolerancia de reglaje de la suspensión ϑ ,
- la tolerancia de construcción y fijación del pantógrafo τ ,
- la altura considerada h' .

Figura E.2

Determinación 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.

E.2.1.5. Salientes

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

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

Para otros anchos de vía se aplican las normas nacionales.

E.2.1.6. Efecto cuasiestáticos

Puesto que el pantógrafo se instala en el techo, el efecto cuasiestático juega 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 .

E.2.1.7. Tolerancias

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

- reparto asimétrico de las cargas,
- el desplazamiento lateral de la vía entre dos operaciones sucesivas de mantenimiento,
- la desviación del peralte que se presenta entre dos operaciones sucesivas de mantenimiento,
- oscilaciones generadas por irregularidades de la vía.

La suma de las tolerancias anteriores se designa por Σ_j .

E.2.2. Determinación 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 línea aérea de contacto y, en consecuencia, lo determinará el Administrador de Infraestructura de acuerdo con el punto 4.2.16,
- la elevación del arco del pantógrafo debido a la flexibilidad del pantógrafo y al desgaste de la pletina de contacto $f_{ws} + f_{wa}$. El valor admisible de f_{ws} se presenta en la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional y f_{wa} depende de los requisitos de mantenimiento.

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

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

E.3. Parámetros de referencia

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

- l – conforme al ancho de vía,
- $s_0 = 0,225$
- $h_{c0} = 0,5$ m
- $I_0 = 0,066$ m y $D_0 = 0,066$ m
- $h'_o = 6,500$ m y $h'_u = 5,000$ m

E.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:

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

$b_{w,c}$ – definido en los puntos 4.2.8.2.9.1 y 4.2.8.2.9.2 de la ETI de locomotoras y material rodante de viajeros del sistema ferroviario convencional

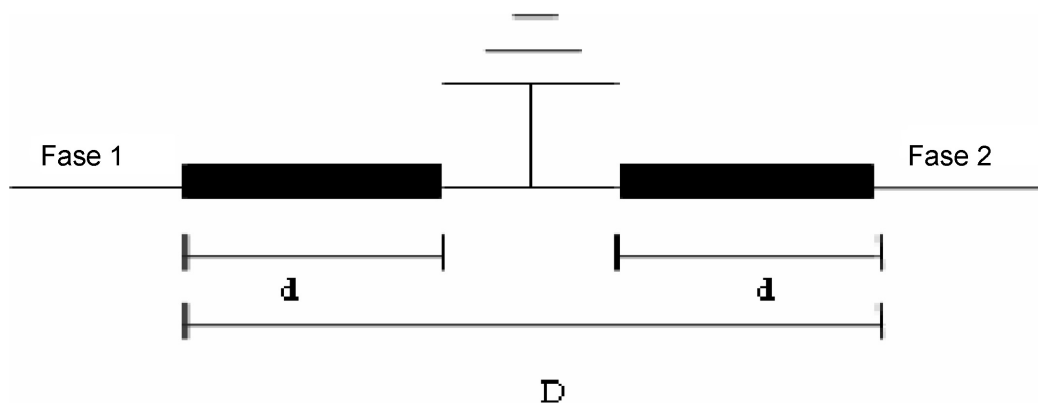
ANEXO F

SOLUCIONES PARA LAS SECCIONES DE SEPARACIÓN DE FASES Y SISTEMAS

Los diseños de las secciones de separación de fases se describen en la norma EN50367:2006, anexos A.1.3 (sección neutra larga) y A.15 (sección neutra dividida – los solapes se pueden sustituir por aisladores de sección dobles como se indica en las figuras F.1 o F.2).

Figura F.1

Sección de separación con aisladores de sección neutra



En el caso de la figura F.1, las secciones neutras (d) podrán estar formadas por aisladores de sección neutra y sus dimensiones son como sigue:

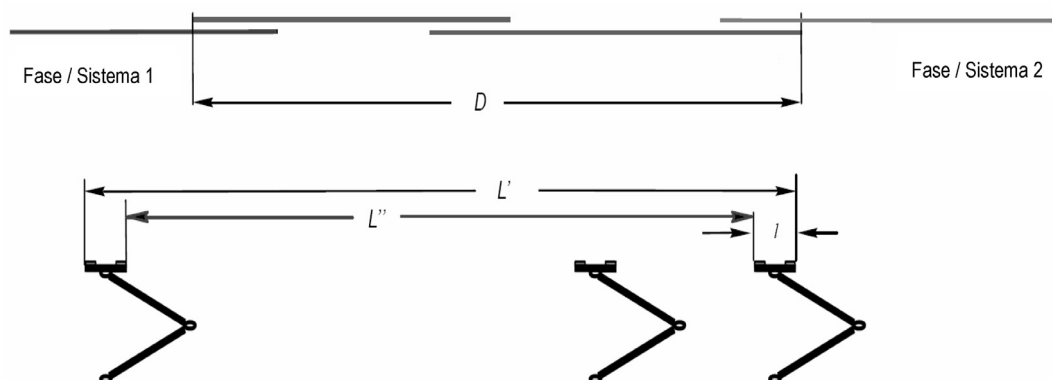
$$D \leq 8 \text{ m}$$

Esta pequeña longitud es tal que la probabilidad de que un tren se pare dentro de la separación de fases no exige los dispositivos adecuados para volver a arrancar.

Se elegirá la longitud d de acuerdo con la tensión del sistema, la velocidad máxima de la línea y el ancho máximo del pantógrafo.

Figura F.2

Sección neutra dividida



$$\text{Condiciones } L' > D + 2l \quad D < 79 \text{ m}$$

$$L'' > 80 \text{ m}$$

El vano que cubra tres pantógrafos consecutivos será mayor de 80 m (L''). El pantógrafo intermedio se puede colocar en cualquier posición dentro de este vano. Dependiendo de la separación mínima entre dos pantógrafos adyacentes en servicio, el Administrador de Infraestructura fijará la velocidad máxima de funcionamiento del tren. No podrá existir conexión eléctrica entre pantógrafos en servicio.

ANEXO G

FACTOR DE POTENCIA

Este anexo trata únicamente del factor de potencia inductivo y del consumo de energía para los valores de tensión comprendidos entre $U_{\min 1}$ y $U_{\max 1}$ definidos en la norma EN 50163.

El cuadro G.1 indica el factor de potencia inductivo total λ de un tren. Para el cálculo de λ , solamente se tendrá en cuenta la tensión fundamental en el pantógrafo.

Cuadro G.1

Factor de potencia inductivo total λ de un tren

Potencia instantánea del tren en el pantógrafo (P) MW	Categorías de líneas I y II según la ETI del sistema ferroviario de alta velocidad (b)	Categorías de líneas ETI III, IV, V, VI, VII y líneas clásicas
$P > 2$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$
$0 \leq P \leq 2$	a	a

Para apartaderos o depósitos, el factor de potencia de la onda fundamental será $\geq 0,8$ (NOTA 1) con las condiciones siguientes: el tren está estacionado con la unidad de tracción desconectada, todos los servicios auxiliares están funcionando y la potencia activa que se consume es mayor de 200 kW.

El cálculo del valor medio total λ para un itinerario del tren, incluyendo las paradas, se efectúa a partir de la energía activa W_p (MWh) y la reactiva W_Q (MVarh) proporcionadas por una simulación de ordenador del trayecto del tren o por las medidas en un tren real.

$$\lambda = \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{W_Q}{W_p}\right)^2}}$$

(a) Para controlar el factor de potencia total de la carga auxiliar de un tren durante las fases de marcha a la deriva, la media total del valor λ (tracción y auxiliares) definido por simulación o medición será superior a 0,85 a lo largo de un itinerario programado completo (itinerario típico entre dos estaciones incluidas paradas comerciales).

(b) aplicable a trenes conformes con la ETI de material rodante del sistema ferroviario de alta velocidad.

Durante la recuperación, se permite que disminuya libremente el factor de potencia inductivo para mantener la tensión dentro de límites.

NOTA 1: Factores de potencia mayores de 0,8 se traducen en unos mejores resultados económicos gracias a un requisito menor aplicable a la utilización de equipos fijos.

NOTA 2: en las categorías de líneas III a VII, el Administrador de Infraestructura podrá imponer condiciones al material rodante existente antes de la publicación de la presente ETI (por ejemplo, económicas, de explotación, de limitación de potencia) para la aceptación de trenes interoperables que tengan un factor de potencia por debajo del valor especificado en el cuadro G.1.

ANEXO H

PROTECCIÓN ELÉCTRICA: DISPARO DEL DISYUNTOR PRINCIPAL

Cuadro H.1

Acción sobre los disyuntores para un fallo interno dentro de una unidad de tracción

Sistema de alimentación eléctrica	Cuando se produzca un fallo interno dentro de la unidad de tracción Secuencia de disparo para:	
	Disyuntor de feeder de subestación	Disyuntor de unidad de tracción
c.a. de 25 000 V, -50 Hz	Disparo inmediato ^(a)	Disparo inmediato
c.a. de 15 000 V, -16,7 Hz	Disparo inmediato ^(a)	Primario del transformador: El disparo debe hacerse por etapas ^(b) Secundario del transformador : Disparo inmediato
c.c. de 750 V, 1 500 V y 3 000 V	Disparo inmediato ^(a)	Disparo inmediato

^(a) 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 del de la subestación.

^(b) Si la capacidad del disyuntor lo permite, el disparo debe ser inmediato. En lo posible, el disyuntor de la unidad de tracción debe dispararse para tratar de evitar el disparo del de la subestación.

NOTA 1 Las unidades de tracción nuevas y modernizadas deben estar equipadas con disyuntores de alta velocidad capaces de cortar la corriente máxima de cortocircuito en el menor tiempo posible.

NOTA 2 El disparo inmediato supone que, con una corriente elevada de cortocircuito, el disyuntor de la subestación o del tren debe funcionar sin introducir un retardo intencionado. Si no actúa el relé de la primera etapa, el de la segunda etapa (relé de protección de reserva) actuará unos 300 ms después. Como información, se muestra a continuación la duración de la mayor corriente de cortocircuito vista desde el disyuntor de la subestación (para el relé de la primera etapa y con la tecnología más avanzada):

Para c.a. de 15 000 V-16,7 Hz -> 100 ms

Para c.a. de 25 000 V-50 Hz -> 80 ms

Para c.c. de 750 V, 1 500 V y 3 000 V -> de 20 a 60 ms

ANEXO I

LISTA DE NORMAS EUROPEAS CITADAS

Cuadro I.1

Lista de normas europeas 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 (4.2.6), Altura del hilo de contacto (4.2.13.1), Variación de la altura del hilo de contacto (4.2.13.2), Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.16), Secciones de separación de sistemas (4.2.20), Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto (4.7.3)
2	EN 50122-1	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Seguridad eléctrica, puesta a tierra y conexión – Parte 1: Medidas de protección relacionadas con la seguridad eléctrica y la puesta a tierra	1997	Medidas sobre protección de subestaciones y puestos de seccionamiento (4.7.2) Medidas de protección del sistema de la línea aérea de contacto (4.7.3) Medidas de protección del circuito de retorno de corriente (4.7.4)
3	EN 50122-2	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Seguridad eléctrica, puesta a tierra y conexión – Parte 2: Medidas de protección contra los efectos de las corrientes vagabundas producidas por los sistemas de tracción de c.c.	1998	Secciones de separación de sistemas (4.2.20)
4	EN 50149	Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas – Tracción eléctrica – Hilo de contacto ranurado de cobre y de aleación de cobre	2001	Material del hilo de contacto (4.2.18)
5	EN 50317	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de captación de corriente – Requisitos y validaciones de las medidas de la interacción dinámica entre el pantógrafo y las líneas aéreas de contacto	2002	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.16)
6	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	Comportamiento dinámico y calidad de la captación de corriente (4.2.16)

Nº de índice	Referencia	Nombre del documento	Versión	Parámetros básicos afectados
7	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)	2006	Capacidad de transporte de corriente, sistemas de c.c., trenes en reposo (4.2.6), Fuerza de contacto media (4.2.15), Secciones de separación de fases (4.2.19)
8	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	2005	Parámetros relacionados con los rendimientos del sistema de alimentación eléctrica (4.2.4), Medidas de coordinación de la protección eléctrica (4.2.8), Armónicos y efectos dinámicos para sistemas de c.a. (4.2.9), Secciones de separación de fases (4.2.19)
9	EN 50163	Aplicaciones ferroviarias – Tensión de alimentación de los sistemas de tracción	2004	Tensión y frecuencia (4.2.3)

ANEXO J

GLOSARIO

Término definido	Abreviaturas	Definición	Fuente/referencia
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 línea aérea de contacto.	EN 50367:2006
Elevación del hilo de contacto		Movimiento vertical hacia arriba del hilo de contacto debido a la fuerza del pantógrafo.	EN 50119:2009
Dispositivo de captación de corriente		Equipo instalado en el vehículo para captar la corriente de un hilo de contacto o de un carril conductor	IEC 60050-811, definición 811-32-01
Gálibo		Conjunto de reglas que incluyen un contorno de referencia y las reglas de cálculo asociadas que permiten definir las dimensiones exteriores del vehículo y el espacio que debe dejar libre la infraestructura. 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	EN 50367:2006
Tensión útil media del tren		Tensión que identifica al tren de referencia para el dimensionado y que permite cuantificar el efecto sobre su funcionamiento	EN 50388:2005
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	EN 50388:2005
Altura mínima del hilo de contacto		Valor mínimo de la altura del hilo de contacto en el vano evitando la producción de arco entre uno o más hilos de contacto y vehículos en cualquier condición.	
Altura nominal del hilo de contacto		Valor nominal de la altura del hilo de contacto en un soporte en condiciones normales	EN 50367:2006

Término definido	Abreviaturas	Definición	Fuente/referencia
Tensión nominal		Tensión para la que está diseñada una instalación o parte de la misma	EN 50163:2004
Servicio normal		Servicio de tren dentro del horario planificado	
Línea aérea de contacto	OCL	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.	IEC 60050-811-33-02
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 y para la corriente en condición de avería.	EN 50122-1:1997
Fuerza de contacto estática		Fuerza vertical media ejercida hacia arriba por el arco del pantógrafo sobre la línea aérea de contacto, producida durante en el levantamiento del pantógrafo por su dispositivo de elevación, estando el vehículo parado.	EN 50367:2006