

**Instrucción Técnica Complementaria
ITC-LAT 08
LÍNEAS AÉREAS CON CABLES UNIPOLARES AISLADOS REUNIDOS EN HAZ O CON
CONDUCTORES RECUBIERTOS.**

0. ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES GENERALES
2. AISLAMIENTO
3. MATERIALES: CABLES Y CONDUCTORES, HERRAJES Y ACCESORIOS Y APOYOS
4. CÁLCULOS MECÁNICOS
5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
6. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS
7. PROTECCIONES
8. DERIVACIONES Y SECCIONAMIENTO
9. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
10. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

1. PRESCRIPCIONES GENERALES

1.1 Campo de aplicación

Las disposiciones contenidas en la presente instrucción y los capítulos que la desarrollan se refieren a las prescripciones técnicas que deberán cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos, entendiéndose como tales las de corriente alterna trifásica de 50 Hz, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea superior a 1 kV, con una tensión nominal máxima de la red de 30 kV, según las características actuales de aislamiento de los referidos conductores.

Cuando se produzcan mejoras tecnológicas que permitan la construcción de nuevos conductores que soporten mayores tensiones nominales, previa justificación, se ampliarán los valores de tensión establecidos con carácter general en la presente instrucción.

Las líneas aéreas de alta tensión con conductores recubiertos se emplearán preferentemente como alternativa a las líneas aéreas con conductores desnudos cuando éstas transcurran o deban transcurrir por zonas de arbolado, zonas con fuertes vientos o zonas de protección especial de la avifauna.

Las líneas aéreas de alta tensión con cables unipolares aislados reunidos en haz podrán emplearse, en lugar de líneas aéreas con conductores desnudos, cuando no sea posible técnicamente o resulte económicamente desproporcionado la construcción de líneas subterráneas con cables aislados, o bien en aquellos casos que, por condicionantes locales o circunstancias particulares, se demuestre el interés de su utilización, por ejemplo:

- a. Zonas de bosques o de gran arbolado.
- b. Zonas no urbanas de elevada polución.
- c. Instalaciones provisionales de obras con proximidad de maquinaria móvil.
- d. Zonas de circulación en recintos de fábricas e instalaciones industriales.
- e. Instalaciones provisionales para zonas en curso de urbanización.
- f. Penetración en núcleos urbanos.

1.2 Clase de corriente

El régimen de funcionamiento de las líneas se preverá para corriente alterna trifásica de 50 Hz de frecuencia.

1.3 Tensiones nominales normalizadas

En la tabla 1 se indican las tensiones nominales normalizadas en redes trifásicas.

Tabla 1. Tensiones nominales normalizadas en redes trifásicas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (U_n) kV	TENSIÓN MAS ELEVADA DE LA RED (U_s) kV
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20*	24
25	30
30	36

* Tensión de uso preferente en redes de distribución pública.

1.4 Tensiones nominales no normalizadas

Existiendo en el territorio español redes a tensiones nominales diferentes de las que como normalizadas figuran en el apartado anterior, se admite su utilización dentro de los sistemas a que correspondan.

1.5 Sistemas de instalación

El sistema de instalación de las líneas eléctricas aéreas de la presente instrucción será mediante red tensada sobre apoyo.

1.6 Zonas de utilización

A efectos del cálculo de solicitaciones a considerar, se establecen las zonas A, B y C, definidas según se especifica en la [ITC-LAT 01](#).

1.7 Identificación

A fin de evitar toda posible confusión entre las líneas de AT y BT con cables aislados, se colocarán dispositivos adecuados de señalización de tensiones y advertencia de riesgo eléctrico.

2. NIVELES DE AISLAMIENTO

El nivel de aislamiento de las líneas, sean cables unipolares aislados o conductores recubiertos, deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en la norma UNE-EN 60071-1, salvo en casos especiales debidamente justificados por el proyectista de la instalación.

2.1 Categorías de las redes

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra que el sistema de puesta a tierra permita, las redes se clasifican en tres categorías:

Categoría A:

- Los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de 1 minuto.

Categoría B:

- Comprende las redes que, en caso de defecto, sólo funcionan con una fase a tierra durante un tiempo limitado. Generalmente, la duración de este funcionamiento no deberá exceder de 1 hora, pero podrá admitirse una duración mayor cuando así se especifique en la norma particular del tipo de cable y accesorios considerados.
- Convendrá tener presente que en una red en la que un defecto a tierra no se elimina automática y rápidamente, los esfuerzos suplementarios soportados por el aislamiento de los cables y accesorios durante el defecto, reducen la vida de los cables y accesorios en una cierta proporción. Si se prevé que una red va a funcionar bastante frecuentemente con un defecto permanente, puede ser económico clasificar dicha red dentro de la categoría C.

Categoría C:

- Esta categoría comprende todas las redes no incluidas ni en la categoría A ni en la categoría B.

En la tabla 2 se especifican las características mínimas de aislamiento de los cables aislados en función de las características de la red.

Tabla 2. Niveles de aislamiento de los cables y sus accesorios

SISTEMATRIFÁSICO			TENSIÓN ASIGNADA		Tensión soportada a impulsos (U_p) kV
Tensión Nominal de la red (U_n) kV	Tensión más elevada de la red (U_s) kV	Categoría de la red	Cable unipolar aislado (U_0/U) kv	Conductor recubierto U	
15	17,5	A-B	8,7/15	15	95
		C	12/20	20	125
20	24	A-B	15/25	25	145
		C			
25	30	A-B	18/30	30	170
		C			
30	36	A-B			

Donde:

U_0 : Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U: Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Esta magnitud afecta al diseño de cables de campo no radial y a sus accesorios.

U_p : Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla para el que se ha diseñado el cable o accesorios.

2.2 Tensiones características de los conductores recubiertos

El nivel de aislamiento de los conductores recubiertos garantizará una tensión soportada especificada a frecuencia industrial de $U_0/\sqrt{3}$ durante 5 días, así como una tensión a frecuencia industrial de U_s durante 5 minutos sin perforación de aislamiento.

2.3 Tensiones características del cable unipolar aislado reunido en haz y de sus accesorios

Los cables unipolares aislados reunidos en haz y sus accesorios deberán designarse mediante U_0/U para proporcionar información sobre la adaptación con la aparatenta y los transformadores.

La tensión nominal del cable U_0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n) y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra.

3. MATERIALES: CABLES, CONDUCTORES, HERRAJES, ACCESORIOS Y APOYOS

3.1 Condiciones generales

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de la [ITC-LAT 02](#) y, en su caso, las especificaciones particulares de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica que estén aprobadas por el órgano competente de la Administración.

Esta instrucción no es aplicable a los cables dieléctricos autosoportados de telecomunicaciones (ADSS) o dieléctricos adosados de fibra óptica (CADFO). No obstante, según lo previsto por la [Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico](#), en su [disposición adicional decimocuarta](#), tales cables dieléctricos autosoportados de telecomunicaciones (ADSS) o los dieléctricos adosados de fibra óptica (CADFO) podrán utilizar como soporte líneas aéreas con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos de alta tensión. Por tanto, estos cables dieléctricos, en lo que les corresponda, cumplirán con las condiciones y requisitos eléctricos y mecánicos, en lo concerniente al montaje y al tendido de acuerdo con sus características, impuestos en esta [ITC-LAT 08](#), como un elemento más de la línea.

3.2 Cables unipolares aislados reunidos en haz

Los cables utilizados en líneas aéreas con cables aislados estarán compuestos por tres cables unipolares aislados cableados en haz alrededor de un fiador de acero u otro material con cubierta protectora.

Los cables unipolares aislados de fase empleados estarán compuestos por conductor, una capa semiconductor interna, aislamiento, capa semiconductor externa, pantalla metálica y cubierta protectora exterior.

3.2.1 Conductor

Los conductores serán de cobre, de aluminio, de aleación de aluminio o de aluminio-acero formando una cuerda circular compacta, según la norma UNE-EN 60228. Las secciones preferentes en aluminio serán de 50, 95 y 150 mm². Se podrán utilizar también materiales con características eléctricas y mecánicas equivalentes, siempre que se justifique adecuadamente.

3.2.2 Aislamiento

Se podrá emplear cualquier material adecuado a este fin, según se especifica en la [ITC-LAT 02](#), como son los materiales a base de mezclas termoestables. No se admitirá el aislamiento con papel impregnado.

3.2.3 Capas semiconductoras y pantalla

La capa semiconductora sobre el conductor será no metálica y estará constituida por una capa extruida de mezcla semiconductora según norma UNE-HD 620.

La capa semiconductora externa, dispuesta sobre el aislamiento, estará constituida por una capa semiconductora extruida según norma UNE-HD 620. La pantalla dispuesta sobre la capa semiconductora externa será metálica, estará aplicada sobre cada conductor aislado individual, y tendrá una construcción según la norma UNE-HD 620.

3.2.4 Cubierta

Todos los conductores de fase de los cables estarán provistos de una cubierta exterior, no metálica, constituida por una mezcla termoplástica (PVC, polietileno o materiales similares) o por una mezcla elastómera vulcanizada (policloropreno, polietileno clorosulfurado o materiales análogos).

El material de la cubierta será adecuado a la temperatura de servicio del cable.

El nivel de aislamiento de la cubierta garantizará, una vez instalado, una tensión soportada a frecuencia industrial de 10 kV, durante 1 minuto.

3.2.5 Fiador

Como fiadores se emplearán cables de acero galvanizado según norma UNE-HD 620, con cubierta protectora aislante a base de mezcla elastómera o reticulada, exclusivamente para la protección exterior, así como contra el rozamiento con las fases, y de sección suficiente para soportar el conjunto de conductores aislados, arrollados helicoidalmente sobre el mismo y todas las sollicitaciones mecánicas de la línea que sean de prever.

La carga de rotura de estos fiadores será, como mínimo, de 6000 daN y la sección nominal mínima de 50 mm².

El nivel de aislamiento mínimo requerido para la cubierta protectora aislante será 4 kV, correspondientes a la tensión soportada durante 1 minuto a frecuencia industrial.

3.2.6 Marcado

Los cables se identificarán de forma indeleble mediante marcas adecuadas, regularmente espaciadas y, a modo de leyenda, colocadas en la superficie exterior de la cubierta aislante de los conductores de fase y del cable fiador.

Cada marca estará formada por la identificación del fabricante, la designación completa de los conductores de fase o del cable fiador y las dos últimas cifras del año de fabricación.

3.3 Conductores recubiertos

Los conductores utilizados en líneas aéreas con conductores recubiertos hasta 30 kV de tensión asignada serán unipolares, según la norma UNE-EN 50397,

3.3.1 Conductor

Los conductores deben estar constituidos preferentemente por alambres de aleación de aluminio (AL3) según norma UNE-EN 50183. Se podrán utilizar también materiales con características eléctricas y mecánicas equivalentes, siempre que se justifique adecuadamente.

3.3.2 Recubrimiento

El recubrimiento deberá tener un espesor medio especificado de 2,3 mm como mínimo, aplicando el método de medida indicado en la norma UNE-EN 60811, y estará constituido por una o varias capas de material aislante extruido.

El recubrimiento debe conservar sus propiedades eléctricas y mecánicas ante las inclemencias meteorológicas con el paso del tiempo, lo cual se debe comprobar mediante el ensayo normativo correspondiente (ensayo de erosión o *tracking*).

3.3.3 Marcado

Los conductores se identificarán de forma indeleble mediante marcas adecuadas, regularmente espaciadas, y a modo de leyenda colocada en la superficie exterior del recubrimiento de los conductores.

Cada marca estará formada por la identificación del fabricante, la designación completa de los conductores recubiertos y las dos últimas cifras del año de fabricación.

3.4 Apoyos

Para los conductores recubiertos, en lo que concierne a este apartado, será de aplicación lo correspondiente indicado en el apartado 2.4 de la [ITC-LAT 07](#).

Para los cables aislados reunidos en haz, los apoyos serán adecuados a la función a desempeñar, a las condiciones de instalación y a las sollicitaciones mecánicas que vayan a soportar. Podrán ser metálicos, de hormigón, madera u otros materiales apropiados, bien de material homogéneo o combinación de varios de los citados anteriormente.

Los materiales empleados deberán presentar elevada resistencia a la acción de los agentes atmosféricos y, de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados.

3.4.1 Clasificación según su función

Es aplicable la clasificación del apartado 2.4.1 de la [ITC-LAT-07](#)

3.4.2 Apoyos metálicos

Los apoyos metálicos serán de características adecuadas a la función a desempeñar, según lo indicado en el apartado 2.4.2 de la [ITC-LAT 07](#).

3.4.3 Apoyos de hormigón

Los apoyos de hormigón serán de características adecuadas a la función a desempeñar, según lo indicado en el apartado 2.4.3 de la [ITC-LAT 07](#).

3.4.4 Apoyos de madera

Los apoyos de madera serán de características adecuadas a la función a desempeñar, según lo indicado en el apartado 2.4.4 de la [ITC-LAT 07](#).

3.4.5 Apoyos de otros materiales

Los apoyos de otros materiales serán conformes a lo indicado en el apartado 2.4.5 de la [ITC-LAT 07](#).

3.4.6 Numeración, marcado y avisos de riesgo eléctrico Es aplicable lo indicado en el apartado 2.4.7 de la [ITC-LAT 07](#).

3.4.7 Cimentaciones

Es aplicable lo indicado en el apartado 2.4.8 de la [ITC-LAT 07](#).

3.5 Accesorios de los cables

Serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y, en su caso, no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

3.5.1 Empalmes, conexiones y derivaciones

3.5.1.1 Empalme del fiador

El empalme del fiador garantizará que se mantenga su resistencia mecánica, salvo que éste se realice en los denominados *puentes flojos*, no admitiéndose en ningún caso una reducción del nivel de aislamiento exigido para la cubierta del mismo. Para evitar esta última circunstancia, se adoptará cualquiera de los métodos de reconstitución de aislamiento sancionados por la práctica, tales como encintados, termo retráctiles o similares.

3.5.1.2 Empalmes en cables unipolares aislados o conductores recubiertos

Las empalmes se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad eléctrica de los mismos, de su aislamiento, así como de la pantalla y la cubierta, en su caso.

Los empalmes en los cables unipolares aislados no estarán sometidos a esfuerzos mecánicos, utilizándose para ello dispositivos y disposiciones de montaje que eviten esta circunstancia.

3.5.2 Terminales

Los terminales tendrán características eléctricas adecuadas al cable sobre el que vayan a instalarse y a las condiciones ambientales (instalación en interior, exterior, nivel de contaminación, etc.).

3.6 Accesorios y herrajes de fijación

Se consideran como tales todos los elementos utilizados para la fijación de los cables y fiador a los apoyos y soportes (conjuntos suspensión y amarre). Serán de diseño adecuado a su función y deberán ser resistentes a la acción de los agentes atmosféricos, y cumplirán con las normas aplicables incluidas en la [ITC-LAT 02](#).

4. CÁLCULOS MECÁNICOS

Para los conductores recubiertos, en lo que concierne a este apartado, será de aplicación lo indicado en el capítulo 3 de la [ITC-LAT 07](#).

Los apartados siguientes del presente capítulo son aplicables a los cables unipolares aislados reunidos en haz.

4.1 Cargas y sobrecargas a considerar

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea, cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes.

En el caso de que puedan preverse acciones de tipo más desfavorables que las que a continuación se prescriben, deberá el proyectista adoptar de modo justificado valores distintos a los establecidos.

4.1.1 Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos, cables, herrajes, empalmes, aparamenta, apoyos y cimentaciones.

4.1.2 Fuerzas debidas al viento

Se considerará un viento de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad.

Se supondrá el viento horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción de este viento da lugar a las presiones que se indican seguidamente sobre los distintos elementos de la línea:

- a. Sobre cables 50 daN/m².
- b. Sobre superficies planas: 100 daN/m².
- c. Sobre superficies cilíndricas de los apoyos, como postes de madera, hormigón, tubos, etc.: 70 daN/m².
- d. Sobre estructuras de celosía se aplicará lo indicado en el apartado 3.1.2.3 de la [ITC-LAT 07](#).

Las presiones anteriormente indicadas se considerarán aplicadas sobre las proyecciones de las superficies reales en un plano normal a la dirección del viento.

Estos valores son válidos hasta una altura de 40 metros sobre el terreno circundante, debiendo para mayores alturas adoptarse otros valores debidamente justificados.

4.1.3 Sobrecargas motivadas por el hielo

Las sobrecargas a considerar para cada una de ellas serán las siguientes:

- Zona A: No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: Los cables se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor $0,06 \sqrt{d}$ daN por metro lineal
- Zona C: Los cables se considerarán sometidos a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor $0,12 \sqrt{d}$ daN por metro lineal.

Siendo d el diámetro del círculo circunscrito al haz (conductores de fase y fiador), en milímetros.

Los valores de las sobrecargas a considerar para cada zona podrán ser modificados si las especificaciones particulares de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, que estén aprobadas por el órgano competente de la Administración, así lo estableciesen.

4.2 Esfuerzos a considerar en los apoyos

4.2.1 Esfuerzo solicitante vertical

En todos los apoyos, cualquiera que sea su función, se considerará el esfuerzo vertical debido al peso propio de los cables y sobrecargas motivadas por el hielo, si procede, según la zona.

Para ello se tendrá en cuenta en el estudio si los vanos adyacentes se encuentran al mismo nivel o están desnivelados, con objeto de definir el gravitativo, circunstancia ésta que influirá en el valor del esfuerzo calculado.

4.2.2 Esfuerzo solicitante horizontal transversal a la línea

En todos los apoyos, cualquiera que sea su función, se considerará el esfuerzo horizontal transmitido por el cable a los apoyos, originado por las sobrecargas de viento en el eolovano correspondiente al apoyo.

En los apoyos de ángulo se considerará el esfuerzo solicitante horizontal transversal a la línea (resultante de ángulo más viento), transmitido como consecuencia de la composición del esfuerzo resultante de ángulo de las tensiones de los haces de los vanos adyacentes con el mencionado esfuerzo solicitante horizontal transversal a la línea, debido a las sobrecargas de viento.

4.2.3 Esfuerzo solicitante horizontal longitudinal a la línea (desequilibrio de tracciones)

Se considerará por este concepto un esfuerzo longitudinal a la línea equivalente a un determinado porcentaje de la tracción unilateral efectuada sobre el fiador.

Este porcentaje se establece en función del tipo de apoyo:

- a. Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión: 8%.
- b. Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre: 15%.
- c. Apoyos de anclaje: 50%.
- d. Apoyos de fin de línea: 100%.

Este esfuerzo, función de la zona, hipótesis y tense que se considere para el fiador o cable de fase, se considerará distribuido en el eje del apoyo, a la altura de los puntos de fijación del cable.

En los apoyos de cualquier tipo que tengan un fuerte desequilibrio de los vanos contiguos, por diferencias de nivel o de las longitudes de éstos, deberá analizarse el desequilibrio de tensiones del cable en la hipótesis de máxima tensión. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán los valores resultantes de dicho análisis.

4.2.4 Esfuerzo solicitante horizontal por rotura del fiador (torsión)

Se considerará la rotura de un cable fiador por apoyo, independientemente del número de circuitos instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

Se considerará el esfuerzo unilateral, correspondiente a la rotura de un solo fiador por apoyo, cuando existan varios circuitos.

En los apoyos de ángulo se valorará, además del esfuerzo de torsión que se produce, según lo indicado, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

4.2.5 Esfuerzos resultantes de ángulo

En los apoyos situados en un punto en el que el trazado de la línea ofrezca un cambio de dirección, se tendrá además en cuenta el esfuerzo resultante de ángulo.

4.3 Cables unipolares aislados reunidos en haz

4.3.1 Tracción máxima admisible

La tracción máxima del fiador o cable de fase no resultará superior a su carga de rotura dividida por 3, considerando las hipótesis siguientes:

- a. Cable unipolar aislado reunido en haz sometido a la acción de su peso propio y a una fuerza debida al viento, según el apartado 4.1.2, a la temperatura de - 5 °C en zona A - 10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
- b. Cable unipolar aislado reunido en haz sometido a la acción de su peso propio y a la sobrecarga motivada por el hielo correspondiente a la zona, según el apartado 4.1.3, a la temperatura de -15°C.

- c. Cable unipolar aislado reunido en haz sometido a la acción de su peso propio y a la sobrecarga motivada por el hielo correspondiente a la zona, según el apartado 4.1.3, a la temperatura de -20°C.

De estas tres hipótesis se comprobará cual es la más desfavorable para cada zona, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Zona A: hipótesis a.
- Zona B: hipótesis a ó b.
- Zona C: hipótesis a ó c.

Hipótesis adicional: Se considerará el cable unipolar aislado reunido en haz sometido a la acción de su peso propio y a una fuerza debida al viento. Esta sobrecarga se considerará aplicada a una temperatura de -10 °C para la zona B, y de -15 °C en zona C. En el caso de preverse sobrecargas excepcionales de viento, su valor será fijado por el proyectista o de acuerdo con las especificaciones particulares de la empresa eléctrica, en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

4.3.2 Comprobación de fenómenos vibratorios

En general, estos fenómenos no han de considerarse en este tipo de instalación.

No obstante, en caso de que en la zona atravesada por la línea se prevea la aparición de vibraciones en el cable, se deberá comprobar el estado tensional del fiador a estos efectos.

Para ello se verificará que la tensión de trabajo del fiador o cable de fase, a la temperatura de 15 °C sin sobrecarga alguna, únicamente considerando el peso propio del haz, no exceda del 21% de la carga de rotura del fiador o cable de fase.

4.3.3 Flecha máxima

De acuerdo con las sobrecargas a considerar expuestas en los apartados 4.1.2 y 4.1.3, se determinará la flecha máxima del cable en las hipótesis siguientes para las zonas A, B y C:

- a. Hipótesis de viento: Cable sometido a la acción de su propio peso y una fuerza debida al viento, según el apartado 4.1.2, a la temperatura de 15°C.
- b. Hipótesis de temperatura: Cable sometido a la acción de su propio peso, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas. Esta temperatura no será inferior a 50 °C.
- c. Hipótesis de hielo: Cable sometido a la acción de su propio peso y a la sobrecarga motivada por el hielo correspondiente a la zona, según el apartado 4.1.3, a la temperatura de 0 °C.

4.4 Apoyos

4.4.1 Criterios de agotamiento

Es aplicable lo indicado en el apartado 3.5.1 de la [ITC-LAT 07](#)

4.4.2 Características resistentes de los diferentes materiales

Se seguirá lo indicado en el apartado 3.5.2 de la [ITC-LAT 07](#).

4.4.3 Hipótesis de cálculo

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las indicadas en las tablas 3 y 4, según el tipo de apoyo.

En el caso de apoyos especiales se considerarán las distintas acciones definidas en los apartados 4.1 y 4.2 de este capítulo que puedan corresponderles de acuerdo con su función, combinadas en unas hipótesis acordes con las pautas generales seguidas en el establecimiento de las hipótesis de los apoyos normales.

En los apoyos de alineación y de ángulo, con fiador de carga de rotura inferior a 6470 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a. Que el fiador tenga un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo;
- b. Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales;
- c. Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

En los restantes tipos de apoyos sí se deberá considerar la cuarta hipótesis.

Tabla 3. Apoyos de líneas situados en zona A (altitud inferior a 500 metros)

TIPO DE APOYO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante de ángulo Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
ANCLAJE	Cargas permanentes Viento Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C	Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5 °C
FIN DE LÍNEA	Cargas permanentes Viento Desequilibrio de tracciones Temperatura -5 °C		Cargas permanentes Rotura del fiador Temperatura -5°C

Tabla 4. Apoyos de líneas situados en zonas B y C (altitud igual o superior a 500 metros)

TIPO DE APOYO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
ALINEACIÓN	Cargas permanentes Viento Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura según zona
ÁNGULO	Cargas permanentes Viento Resultante de ángulo Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Resultantes de ángulo Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura, según zona
ANCLAJE	Cargas permanentes Viento Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura, según zona
FIN DE LÍNEA	Cargas permanentes Viento Desequilibrio de tracciones Temperatura según zona	Cargas permanentes Hielo, según zona Desequilibrio de tracciones Temperatura, según zona		Cargas permanentes Hielo, según zona Rotura del fiador Temperatura, según zona

Para la hipótesis de hielo la temperatura en zona B corresponde a -15 °C y en zona C a -20 °C.

4.4.4 Coeficientes de Seguridad

Para los coeficientes de seguridad de los apoyos se aplicará el criterio establecido en el apartado 3.5.4 de la [ITC-LAT 07](#)

4.5 Cimentaciones

Se seguirá todo lo indicado al respecto en el apartado 3.6. de la [ITC-LAT 07](#).

4.6 Herrajes

Se considerarán bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación del fiador portante del haz o cables de fase al apoyo, soportes, etc.

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica, deberán estar protegidos contra la acción corrosiva de la atmósfera y, particularmente, cuando sea de temer la aparición de efectos electrofisiológicos.

Los que vayan a estar sometidos a tensión mecánica, deberán tener un coeficiente de seguridad igual o superior a 3 respecto a su carga mínima de rotura; salvo que ésta esté contrastada mediante ensayos, en cuyo caso se podrá reducir a 2,5.

En los empleados para limitar los esfuerzos transmitidos a los apoyos, deberán justificarse plenamente sus características, así como la permanencia de las mismas.

Las grapas de amarre del fiador deberán soportar, como mínimo, el 90% de la carga de rotura del fiador o cable de fase, sin que se produzca su deslizamiento.

5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

5.1 Intensidades máximas admisibles.

Las intensidades máximas admisibles:

- en los conductores en régimen permanente
- de cortocircuito en los conductores,
- de cortocircuito en las pantallas,

serán facilitadas por el fabricante.

Para el cálculo de las intensidades máximas admisibles en los conductores, se aplicará el método establecido en la norma UNE 21144 y de acuerdo con las condiciones de instalación previstas.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores se calcularán de acuerdo con el apartado 6.2 de la [ITC-LAT 06](#).

Sobre estas premisas se han recogido, en las diferentes tablas del presente capítulo, los valores de las distintas intensidades.

Se permitirán otros valores distintos de intensidades permanentes admisibles de los indicados en este apartado, siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables.

5.1.1 Cables unipolares aislados reunidos en haz

En la tabla 5 se especifican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables unipolares aislados de AT reunidos en haz, obtenidas de acuerdo con la condición tipo de instalación que se considera como normal especificada en el apartado 5.1.1.2 y con las temperaturas máximas admisibles asignadas a los conductores para los distintos tipos de aislamiento especificados en el apartado 5.1.1.1.

Tabla 5. Intensidades máximas permanentes admisibles (A) para tensiones asignadas hasta 18/30 kV

EN CONDUCTORES DE ALUMINIO			
SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES (mm ²)	INSTALACIÓN AL AIRE		
	AISLAMIENTO		
	XLPE	EPR	
25	110	100	
50	160	150	
95	245	235	
150	320	305	

5.1.1.1 Temperaturas máximas admisibles en los conductores

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen, en cada caso, de la temperatura máxima que el aislamiento puede soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles podrán ser superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para cada tipo de aislamiento, se especifican en la tabla 6.

Tabla 6. Temperatura máxima en °C asignada al conductor

TIPO DE AISLAMIENTO	CONDICIONES	
	SERVICIO PERMANENTE θ_s	CORTOCIRCUITO θ_{cc} (duración máxima 5 s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno-Propileno (EPR)	90	250

5.1.1.2 Condición tipo de instalación

Se considera como condición tipo a efectos de determinar las intensidades máximas permanentes admisibles, la siguiente:

Instalación al aire:

- a. terna de cables unipolares con conductor de aluminio, cableados en haz alrededor de un fiador adecuado con recubrimiento aislante,
- b. temperatura del aire ambiente 40 °C,
- c. disposición que permita una eficaz renovación del aire.

5.1.1.3 Condiciones especiales de instalación y coeficientes de corrección de la intensidad máxima admisible

La intensidad admisible de un cable determinada por las condiciones tipo de instalación cuyas características han sido especificadas en el apartado 5.1.1.2, deberá corregirse considerando cada una de las características de la instalación real que difiera de aquéllas, de forma que el incremento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor que sea superior a la señalada en el apartado 5.1.1.1.

Instalación al aire en ambientes de temperatura distinta a 40°C

Cuando las condiciones reales de temperatura ambiente sean distintas de 40°C, la intensidad máxima admisible deberá corregirse aplicando los factores de corrección de la tabla 7.

Tabla 7. Factores de corrección de la intensidad máxima admisible en función de la temperatura ambiente

TEMPERATURA °C	15	20		30	35	40	45	50
Factor de corrección	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90

Instalación expuesta directamente al sol

El coeficiente de corrección a aplicar es muy variable. Se recomienda no obstante el valor 0,9.

5.1.1.4 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Se seguirá lo establecido en el apartado 6.2 de la [ITC-LAT 06](#) de cables aislados subterráneos, aplicables a los aislamientos de XLPE y EPR.

5.1.1.5 Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantallas

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en la pantalla se determinarán en función del tiempo de duración del cortocircuito, considerando una temperatura inicial de la pantalla de 70 °C y una temperatura máxima de la misma de 160°C, teniendo en cuenta que las cubiertas exteriores de los conductores de fase son termoplásticos.

Debido a que la superficie de disipación es notable comparada con la masa de la pantalla, se considerará la disipación del calor durante el fenómeno.

En cualquier caso, se satisfarán las prescripciones al respecto expuestas en las normas UNE 21192 y UNE 211003 partes 1, 2 y 3, siendo el dimensionamiento mínimo tal que la pantalla permita el paso de una corriente de 1.000 A durante 1 segundo.

5.1.2 Conductores recubiertos

En la tabla 8 se especifican de forma orientativa las intensidades máximas permanentes admisibles en los conductores recubiertos de AT para algunos de los tipos más utilizados, obtenidas de acuerdo con la condición tipo de instalación que se considera como normal, especificada en el apartado 5.1.2.2 y de las temperaturas máximas admisibles asignadas a los conductores para el tipo de recubrimiento especificado en el apartado siguiente.

Tabla 8. Intensidades máximas permanentes admisibles (A) para tensiones asignadas hasta 18/30kV

Conductores de aluminio con alma de acero

DESIGNACIÓN SEGÚN UNE-EN 50183	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES (mm ²)	INSTALACIÓN AL AIRE RECUBRIMIENTO XLPE
47-AL 1 /8ST1 A	54,6	180
94-AL1 /22ST1 A	116,2	315

Nota: Los valores indicados pueden tomarse como orientativos, su cálculo se establece en la norma UNE 21144.

Conductores de aleación aluminio-magnesio-silicio

DESIGNACIÓN SEGÚN EN 50182	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES (mm ²)	INSTALACIÓN AL AIRE RECUBRIMIENTO XLPE
55-AL2	54,6	191
117-AL2	117	360

Nota: Los valores indicados pueden tomarse como orientativos, su cálculo se establece en la norma UNE 21144.

5.1.2.1 Intensidad máxima admisible en los conductores

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el recubrimiento puede soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de recubrimiento y del régimen de carga.

Para conductores sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, se especifican en la tabla 6.

5.1.2.2 Condición tipo de instalación

Se considera como condición tipo a efectos de determinar las intensidades máximas permanentes admisibles, la siguiente:

- a. instalación al aire,
- b. temperatura del aire ambiente 40 °C.

5.1.2.3 Condiciones especiales de instalación y coeficientes de corrección de la intensidad máxima admisible

La intensidad admisible de un conductor, determinada por las condiciones tipo de instalación cuyas características han sido especificadas en el apartado 5.1.2.2, deberá corregirse considerando cada una de las características de la instalación real que difieran de aquéllas, de forma que el incremento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor que sea superior a la señalada en el apartado

5.1.2.1.

Instalación al aire en ambientes de temperatura distinta a 40 °C

Cuando las condiciones reales de temperatura ambiente sean distintas de 40 °C, la intensidad máxima admisible deberá corregirse aplicando los coeficientes de corrección de la tabla 9.

Tabla 9. Coeficiente de corrección de la intensidad máxima admisible en función de la temperatura ambiente

TEMPERATURA °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Coefficiente de corrección	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90

El coeficiente de corrección a aplicar es muy variable. Se recomienda, no obstante, el valor de 0,9.

5.1.2.4 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

En la tabla 10 se indican las intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores recubiertos de AT para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado de acuerdo con las temperaturas especificadas en la tabla 6, considerando que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que la masa de éstos es muy grande comparada con la superficie de disipación del calor y la duración del proceso es relativamente corta.

Tabla 10. Conductores recubiertos. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores (kA)

DESIGNACIÓN	SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE (°C)	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s):									
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3	
47-AL 1 /8-ST 1 A												
94-AL1	54,6	250	14,7	10,5	8,58	6,69	4,79	3,95	3,44	3,10	2,85	
/22ST1 A	116,2	250	28,9	20,5	16,8	13,1	9,33	7,67	6,68	6,00	5,51	
55-AL2	54,6	250	13,4	9,51	7,77	6,02	4,25	3,47	3,01	2,69	2,46	
117-AL2	117	250	32,6	23,1	18,8	14,6	10,3	8,42	7,29	6,52	5,96	

* Las intensidades indicadas corresponden a una temperatura máxima en el conductor al final del cortocircuito de 250 °C, suponiendo que inicialmente su temperatura era de 90 °C y que el calentamiento se efectúa adiabáticamente.

5.2 Otros cables o sistemas de instalación

Para cualquier otro tipo de cable o composiciones u otro sistema de instalación no contemplado en esta instrucción, así como para los cables que no figuran en las tablas anteriores, para el cálculo de las corrientes máximas admisibles deberá consultarse la-norma UNE 20435 o calcularse según la norma UNE 21144.

6. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

6.1 Consideraciones generales

Se considerarán las distancias eléctricas básicas Dely DPP especificadas en el apartado 5.2 de la [ITC-LAT 07](#).

6.2 Prescripciones especiales

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, zonas urbanas, etc., y con objeto de reducir la probabilidad de accidente, aumentando la seguridad de la línea, además de las distancias mínimas se deberán cumplir las prescripciones especiales detalladas en este capítulo.

Estas últimas no serán aplicables en caso de que los cruces y paralelismos sean con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento de altura de los cables.

En aquellos tramos de línea que, debido a sus características especiales, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, no será necesario el empleo de apoyos distintos de los que corresponda establecer por su situación en la línea (alineación, ángulo, anclaje, etc.), ni la limitación de la longitud en los vanos, que podrá ser la adecuada con arreglo al perfil del terreno y a la altura de los apoyos.

Por el contrario, será preceptiva la aplicación en estos tramos, con carácter general, de las siguientes prescripciones especiales:

- Se prohíbe la utilización de apoyos de madera, salvo en los casos indicados anteriormente, siempre y cuando su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, para hipótesis normales, serán un 25% superiores a los establecidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.
- Los accesorios de fijación del fiador o de los conductores recubiertos serán antideslizantes.

Las líneas con cables unipolares aislados de AT reunidos en haz o con conductores recubiertos deberán presentar, por lo que se refiere a los vanos de cruce con las vías e instalaciones que se señalan, las condiciones que para cada caso se indican, bien entendido que, además de estas prescripciones, deberán cumplirse las condiciones especiales que, como consecuencia de disposiciones legales, pudieran imponerse a causa de estos cruzamientos, conforme a los que deberá solicitarse, según los casos, autorización previa al organismo competente de la Administración para efectuar los mismos.

Las líneas de diferentes tensiones instaladas sobre apoyos comunes se considerarán como de tensión igual a la de la más elevada, a los efectos de explotación, conservación y seguridad, en relación con personas y cosas. En el caso de que una de ellas tenga los conductores desnudos se considerará, a los citados efectos, a la línea con cable aislado como si también fuese con conductores desnudos.

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Para el pintado de color verde en los apoyos de las líneas aéreas de transporte de energía eléctrica de alta tensión o cualquier otro pintado que sirva de mimetización con el paisaje, el titular de la instalación deberá contar con la aceptación de los Organismos competentes en materia de misiones de aeronaves en vuelos a baja cota con fines humanitarios y de protección de la naturaleza.

6.3 Distancias de los conductores entre sí y entre éstos y los apoyos

6.3.1 Cables unipolares aislados reunidos en haz

La distancia entre los conductores y los apoyos será la adecuada para que, en las condiciones más desfavorables de entre las hipótesis contempladas en el apartado 4.4.3 de la presente instrucción, no sea posible el deterioro de los mismos, como consecuencia de los movimientos u oscilaciones que pudieran producirse, debidos al viento, hielo, etc.

6.3.2 Conductores recubiertos

Las distancias entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos serán las indicadas en apartado 5.4.2 de la [ITC-LAT 07](#).

Los conductores recubiertos deberán mantener una distancia mínima entre sí de:

$$D = \frac{I}{3} \left[K \sqrt{F + L} + 0,75 D_{pp} \right]$$

Siendo:

F: La flecha en metros del tramo libre.

L: La longitud en metros de la cadena de suspensión, si la hubiere.

D_{pp}: La distancia mínima aérea especificada en el apartado 6.1.

K: coeficiente en función del ángulo de oscilación según la tabla 16 de la [ITC-LAT 07](#).

En cualquier caso, la distancia mínima entre conductores no será inferior a 0,2 metros.

6.4 Distancias mínimas al terreno

Tratándose de líneas cuya instalación esté prevista en pistas o estaciones de esquí y, en general, en zonas donde el nivel del terreno pueda aumentar como consecuencia de la acumulación de capa de nieve, las distancias que se definen a continuación se entenderán referidas al nivel del terreno, aumentado en el máximo espesor previsible para dicha capa.

6.4.1 Cables unipolares aislados reunidos en haz

Los cables unipolares aislados de AT aquí contemplados se instalarán sobre apoyos.

Para los cables aislados reunidos en haz instalados sobre apoyos, la altura de los apoyos será tal que los conductores en la hipótesis de flecha máxima, queden situados a las siguientes alturas mínimas:

- 5 metros sobre terrenos donde no se prevea la circulación rodada o de difícil acceso.
- 6 metros sobre terrenos donde se prevea circulación rodada, excepto carreteras y ferrocarriles (ver apartados 6.7 a 6.9 de la presente instrucción).
- 1 metro sobre la altura máxima de maquinaria o transporte de gran altura (h) expresada en metros, en zonas tales como: calles interiores de fábricas, granjas, explotaciones forestales y mineras y, en general, cualquier tipo de vía donde sea posible su circulación, con una altura mínima de 6 metros.

6.4.2 Conductores recubiertos

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su flecha máxima vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, camino o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de 6 metros.

6.5 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas de alta tensión

6.5.1 Cruzamiento con líneas aéreas de AT con conductores desnudos

En los cruzamientos con líneas aéreas de AT con conductores desnudos, la línea con cables unipolares aislados reunidos en haz, o con conductores recubiertos, se situará siempre a una altura inferior a la línea con conductores desnudos, sea cual fuere la tensión nominal de aquella.

En caso de que, por circunstancias singulares, sea preciso que la línea con cables unipolares aislados reunidos en haz, o con conductores recubiertos, cruce por encima de la línea con conductores desnudos, será preciso recabar autorización expresa del organismo competente de la Administración, teniendo en consideración, para el cruce, todas las prescripciones indicadas en este apartado.

Se podrán fijar sobre el mismo apoyo las líneas que se cruzan. En este caso, se cumplirán las prescripciones especiales indicadas en el apartado 5.3 de la [ITC-LAT 07](#) además de las mencionadas en el apartado 6.2 de esta instrucción. No se admitirá en esta circunstancia el empleo de apoyos de madera.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea con conductores desnudos.

Para los cables unipolares aislados reunidos en haz, la distancia entre el cable y las partes más próximas del apoyo no será inferior a 1,5 m. La distancia mínima vertical a respetar entre ambas líneas será de 0,5 m para el cruzamiento con líneas con conductores desnudos de tensión nominal inferior o igual a 30 kV. En el cruzamiento con líneas con conductores desnudos de tensión nominal superior a 30 kV, serán de aplicación las distancias verticales indicadas en el apartado 5.6.1 de la [ITC-LAT 07](#).

En el cruzamiento de líneas con conductores recubiertos y de líneas con conductores desnudos, se aplicará en su totalidad lo establecido en el apartado 5.6.1 de la [ITC-LAT 07](#), con independencia de la tensión de la línea con conductor desnudo.

No se aplicará la prescripción b del apartado 6.2 para este tipo de cruzamientos.

6.5.2 Paralelismo con líneas aéreas de AT con conductores desnudos

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

La distancia entre apoyos será la suficiente para que la influencia de las faltas a tierra de la línea aérea de AT con conductores desnudos no provoque perforaciones en el aislamiento de los cables de la línea aérea de AT con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos.

Las líneas con conductores recubiertos se consideran como si fuesen desnudas y cumplirán todo lo indicado en el apartado 5.6.2 de la [ITC-LAT 07](#).

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior prescripción las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

En todo caso, en el paralelismo entre líneas con conductores desnudos de tensión nominal inferior o igual a 30 kV y líneas con cables unipolares aislados reunidos en haz, se mantendrá una distancia mínima de 0,5 m.

Para paralelismos con líneas de conductores desnudos de tensión nominal superior a 30 kV, se considerarán los cables unipolares aislados reunidos en haz como conductores desnudos, aplicándose lo indicado en el apartado 5.6.2 de la [ITC-LAT 07](#).

Cuando se utilicen apoyos comunes, la línea con cable unipolar aislado reunido en haz, se situará siempre a nivel inferior que las líneas de conductores desnudos, de forma que la distancia mínima entre ambas sea la anteriormente mencionada.

6.5.3 Cruzamiento entre líneas aéreas de AT de conductores no desnudos

Cuando el cruce se efectúe entre líneas con cables unipolares aislados de AT reunidos en haz, la posición relativa de las mismas será indiferente.

La distancia de cruce de las líneas será suficiente para impedir contactos que pudieran producir deterioro en los conductores.

En caso de cruce entre un cable unipolar aislado reunido en haz y un conductor recubierto, el conductor recubierto se considerará como un conductor desnudo, aplicándose lo indicado en el apartado 6.5.1.

En el caso de cruzamiento de líneas con conductores recubiertos, la distancia mínima entre ellos será la indicada en el apartado 5.6.1 de la [ITC-LAT 07](#).

6.5.4 Paralelismo entre líneas aéreas de AT de conductores no desnudos

Cuando el paralelismo sea entre líneas con cables unipolares aislados reunidos en haz, la distancia entre apoyos será la suficiente para que la influencia de las faltas a tierra en una de las líneas no provoque perforación en el aislamiento de las otras. No obstante, las líneas podrán situarse sobre apoyos comunes, teniendo en cuenta que el aislamiento de cualquiera de ellas deberá soportar las tensiones provocadas por la falta a tierra de una de las otras.

En el caso de paralelismo entre una línea con cable unipolar aislado reunido en haz y una línea con conductor recubierto, el conductor recubierto se considerará como un conductor desnudo, aplicándose lo indicado en el apartado 6.5.2.

En el caso de paralelismos de líneas con conductores recubiertos, la distancia mínima entre ellos será la indicada en el apartado 5.6.2 de la [ITC-LAT 07](#).

6.6 Distancias a líneas eléctricas aéreas de baja tensión o a líneas aéreas de telecomunicación

6.6.1 Cruzamiento con líneas aéreas de BT o con líneas aéreas de telecomunicación

La línea de AT con cable unipolar aislado reunido en haz podrá cruzar indistintamente por encima o debajo de las líneas eléctricas de BT y las líneas de telecomunicación, mientras que las líneas de AT con conductores recubiertos cruzarán por encima. No obstante, para líneas de AT con cable unipolar aislado reunido en haz en razón de la frecuencia previsible de manipulación, se recomienda que sea la de mayor tensión la que cruce por encima. El cruce se podrá realizar.

La distancia mínima de separación vertical en el punto de cruce para cruzamientos con líneas de BT en las condiciones más desfavorables no será inferior a 0,5 metros, en caso de cables aislados reunidos en haz y de 1 metro, en caso de conductores recubiertos.

Cuando el cruce se realice con líneas de telecomunicación, los cables se situarán a una distancia mínima de separación vertical en el punto de cruce de 1 metro en caso de cables aislados reunidos en haz y de 1,5 metros en caso de conductores recubiertos.

6.6.2 Paralelismo con líneas aéreas de BT

Ambas líneas, las de BT y de AT, se podrán disponer sobre apoyos distintos o comunes.

En caso de discurrir por distintos apoyos, la separación mínima será como mínimo de 0,5 metros en caso de cables unipolares aislados de AT reunidos en haz y de 1 metro en caso de conductores recubiertos, considerando los conductores de ambas líneas en su máxima desviación posible, aplicando la hipótesis de viento.

Cuando se instalen en apoyos comunes, las líneas de baja tensión se situarán siempre a nivel inferior que las de alta tensión, y de forma que la distancia entre ambas, en las condiciones más desfavorables, sea de 0,5 metros en caso de cables aislados reunidos en haz, y de 1 metro, en caso de conductores recubiertos. El aislamiento entre ambas líneas deberá estar dimensionado para soportar la influencia de las faltas a tierra de la línea de alta tensión.

6.6.3 Paralelismo con líneas aéreas de telecomunicación

La distancia mínima a adoptar será de 1 metro en caso de cables unipolares aislados reunidos en haz y de 1,5 metros en caso de conductores recubiertos, y en cualquier caso la especificada por el órgano competente de la Administración.

Podrán instalarse líneas de telecomunicación sobre los apoyos de líneas eléctricas, siempre que los elementos que se conecten a la línea de telecomunicación estén debidamente protegidos contra sobretensiones que puedan producirse por inducción o contacto accidental entre los conductores de una y otra línea, de tal manera que se descarte todo peligro para las personas y las cosas.

6.7 Distancias a carreteras

Es aplicable el apartado 5.7 de la [ITC-LAT 07](#)

6.7.1 Cruzamiento con carreteras

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2.

La distancia mínima vertical de los cables unipolares aislados reunidos en haz, o de los conductores recubiertos sobre la rasante de la carretera, será de 7 metros.

6.7.2 Paralelismo con carreteras

Se cumplirá con lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en los apartados 5.7 de la [ITC-LAT 07](#).

6.8 Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.8 de la [ITC-LAT 07](#).

6.8.1 Cruzamiento con ferrocarriles sin electrificar

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2.

La distancia mínima vertical de los cables unipolares aislados reunidos en haz o de los conductores recubiertos sobre las cabezas de carriles de los ferrocarriles sin electrificar será de 7 metros.

6.8.2 Paralelismo con ferrocarriles sin electrificar

Se cumplirá con lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en los apartados 5.8 de la [ITC-LAT 07](#).

6.9 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.9 de la [ITC-LAT 07](#).

6.9.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2.

En el cruzamiento entre líneas eléctricas con cables unipolares aislados reunidos en haz o con conductores recubiertos y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica sobre el conductor más alto de las líneas de energía eléctrica, telefónica y telegráfica del ferrocarril será de 4 metros.

6.9.2 Paralelismos

Se cumplirá con lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en los apartados 5.9 de la [ITC-LAT 07](#).

6.10 Distancias a teleféricos y cables transportadores

6.10.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2.

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo casos razonadamente muy justificados que expresamente se autoricen.

La distancia mínima vertical entre los cables y conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente, será de 5 metros.

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será, como mínimo, la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

El teleférico deberá ser puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 de la [ITC-LAT 07](#).

6.10.2 Paralelismos

Se cumplirá lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en los apartados 5.10 de la [ITC-LAT 07](#).

6.11 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Es aplicable lo indicado en el apartado 5.11 de la [ITC-LAT 07](#).

6.11.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 6.2. Es aplicable lo indicado en el apartado 5.11.1 de la [ITC-LAT 07](#).

6.11.2 Paralelismos

Se cumplirá lo indicado para líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en el apartado 5.11 de la ITC-LAT 07.

6.12 Distancias a antenas receptoras de radio, televisión y pararrayos

Se deberá mantener como mínimo una distancia de 1 metro para cables unipolares aislados reunidos en haz y de 1,5 metros para los conductores recubiertos en las condiciones más desfavorables, con respecto al pararrayos o a la antena en sí, sus tirantes o conductores de bajada, cuando no estén protegidas de manera que se evite cualquier posible contacto o roce accidental.

Queda prohibida la utilización de los apoyos de sustentación de líneas con cable unipolar aislado de AT reunido en haz, para la fijación sobre las mismas de las antenas de radio o televisión, así como de los tirantes de las mismas.

6.13 Paso por zonas

6.13.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

Para los cables unipolares aislados reunidos en haz, no será necesaria ninguna prescripción especial en el paso por bosques, árboles y masas de arbolado, salvo las que puedan afectar a la propia integridad del cable.

Para los conductores recubiertos, para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de corte de arbolado a ambos lados de la línea, manteniéndose como mínimo una distancia desde cualquier conductor en reposo a la masa de arbolado de 2 metros para líneas tensión nominal de 30 kV y de 1,5 metros para líneas de tensión nominal menor o igual de 20 kV.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada, puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las distancias anteriores, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento.

Conforme a lo establecido en el [Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas eléctricas aéreas](#), queda limitada la plantación de árboles en la franja definida por la servidumbre de vuelo, incrementada con las distancias mínimas de seguridad a ambos lados de la proyección.

6.13.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas

Para los conductores recubiertos, se aplicará, a este respecto, lo especificado en el apartado 5.12.2 de la ITC-LAT 07.

6.14 Proximidad a aeropuertos

Las líneas eléctricas de AT con cable unipolar aislado reunido en haz, o con conductor recubierto, que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea deberán ajustarse, además de a las prescripciones anteriormente expuestas, a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

7. PROTECCIONES

7.1 Protección contra sobrecargas

Es aplicable lo indicado en el apartado 7.1 de la ITC-LAT 06.

7.1.1 Protección contra cortocircuitos

Es aplicable lo indicado en el apartado 7.1.1 de la ITC-LAT 06, teniendo en cuenta que las corrientes cortocircuito máximas admisibles en los conductores y pantallas se especifican en el apartado 5.1 de esta instrucción.

7.1.2 Protecciones contra sobrecargas

Es aplicable lo indicado en el apartado 7.1 de la ITC-LAT 06.

7.1.3 Protección contra esfuerzos electrodinámicos

Los elementos de sujeción de los cables aislados dispuestos en haz estarán dimensionados para soportar los esfuerzos electrodinámicos. Se emplearán sujeciones en los puntos de amarre de los fiadores, en los finales de línea y en las proximidades de los empalmes.

7.2 Protección contra sobretensiones

Las instalaciones realizadas con cables unipolares aislados de A.T reunidos en haz deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico. Para ello se seguirá lo indicado en el apartado 7.2 de la [ITC-LAT 06](#).

Para líneas aéreas con cables unipolares aislados como criterio general, se asegurará la protección del cable mediante la instalación de pararrayos en los extremos de cada cable unipolar. Asimismo, en caso de tramos de cables aislados insertados en las líneas aéreas desnudas, deberá instalarse pararrayos en las proximidades de los terminales de los cables.

8. DERIVACIONES Y SECCIONAMIENTO

El presente capítulo aplica exclusivamente a las líneas eléctricas con cables unipolares aislados reunidos en haz. Para los conductores recubiertos se aplicará lo indicado a este respecto en la instrucción correspondiente a líneas aéreas con conductores desnudos.

8.1 Derivaciones

En el diseño y ejecución de las derivaciones de los cables unipolares aislados reunidos en haz serán aplicables las consideraciones siguientes, además de las expuestas en el capítulo 3.

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo. En el cálculo de dicho apoyo se tendrán en cuenta las cargas adicionales más desfavorables que sobre el mismo introduzca la línea derivada, reemplazándose, en caso necesario, según los esfuerzos resultantes, el apoyo de la línea principal para mejorar sus características resistentes.

No obstante, cuando desde un cable unipolar aislado reunido en haz haya de alimentarse un centro de transformación de tipo caseta, se recomienda la instalación de celdas de seccionamiento para entrada y salida de cable, en el mismo centro de transformación a alimentar o en un local independiente.

8.1.1 Desde una línea aérea de alta tensión con cable aislado reunido en haz

La derivación se efectuará mediante conexiones de los conductores de fase que no estén sometidas a esfuerzos mecánicos y de características eléctricas adecuadas al aislamiento de los cables. Es recomendable la formación de un bucle en la parte superior del apoyo que permita la instalación de los empalmes sobre soporte y evite someterlo a esfuerzos de tracción. Con el mismo fin, se recomienda el empleo de dispositivos que eviten el deslizamiento de los conductores de fase sobre el fiador.

Para ello se efectuarán anclajes de los fiadores a ambos lados del apoyo, situándose éstos preferentemente por encima del bucle así formado.

Se preverán dispositivos adecuados para la puesta a tierra de los elementos que proceda (pantallas de los cables, fiadores, herrajes).

8.1.2 Desde una línea aérea con conductores desnudos

La derivación se efectuará con terminales de características eléctricas adecuadas al aislamiento del cable, mediante procedimiento análogo a una conversión aéreo - subterránea, conductor desnudo - cable A.T con aislamiento seco. Las conexiones se realizarán, en cualquier caso, sobre conductores que no estén sometidos a esfuerzos mecánicos.

Deberán preverse los dispositivos para la puesta a tierra de los elementos que proceda (pantallas de los cables, pararrayos, fiador, herrajes).

8.2 Seccionamiento de líneas

En las derivaciones de líneas propias de la misma compañía suministradora, no será necesaria la instalación de seccionadores en el caso de que en la explotación del conjunto línea principal - línea derivada no sea ventajoso el seccionamiento. En los demás casos, deberá instalarse un seccionamiento en el arranque de la línea derivada.

En las derivaciones para otras empresas o particulares, en que no haya acuerdo sobre la disposición del enganche, el órgano competente de la Administración resolverá sobre la cuestión planteada.

8.2.1 Aparataje de seccionamiento

Se incluyen aquí los seccionadores y cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores, cuya maniobra, atendiendo a criterios de explotación, calidad de servicio, etc., puede efectuarse o no bajo carga.

Se admite la maniobra de estos aparatos con pértigas de accionamiento provistas de cámara para interrupción en carga, siendo en estos casos aplicable, en cuanto a características, además de las exigidas por la normativa referente a seccionadores, las relativas a interruptores.

Las disposiciones de estos aparatos y la posibilidad, o no, de efectuar maniobras de acoplamiento se indicará con toda claridad en la documentación técnica que el solicitante ha de presentar en el correspondiente proyecto.

Con carácter general, se establecen las siguientes pautas además de las indicadas en las instrucciones aplicables del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- a. Las características nominales de la aparatamenta serán adecuadas a las de la red en que esté prevista su instalación. Sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 A.
- b. La aparatamenta prevista para la instalación en exterior se dispondrá de modo que las partes que en servicio se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se sitúen a una altura sobre el suelo superior a 5 metros, de modo que sean inaccesibles para personas ajenas al servicio.
- c. Su accionamiento estará concebido de modo que pueda bloquearse en una o ambas posiciones o bien de forma que requiera la utilización de herramientas especiales y, por tanto, su cierre no sea normalmente factible a personas ajenas al servicio. En su montaje se evitará que se produzca el cierre por gravedad.
- d. Se admitirá un único dispositivo de corte para la maniobra de la alimentación común de varios transformadores cuando la suma de las potencias nominales de los mismos no sea superior a 400 kVA.
- e. En los casos en que la línea pueda tener alimentación por sus dos extremos se instalarán dispositivos de corte a ambos lados de la misma.
- f. En aquellos casos en que el abonado o solicitante de la derivación posea fuentes propias de producción de energía eléctrica, serán de aplicación las prescripciones al respecto según la legislación vigente en la materia.

8.2.2 Interruptor automático

En el caso en que por razones de la explotación del sistema fuera aconsejable la instalación de un interruptor automático en el arranque de la derivación, su instalación y características atenderán a lo dispuesto en las instrucciones aplicables Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

8.3 Conversiones aéreo-subterráneas

Se aplicará lo indicado al respecto en el apartado 4.7 de la [ITC-LAT 06](#).

9. SISTEMA DE PUESTA ATIERRA

Para la puesta a tierra de apoyos, herrajes, aparatos de maniobra, transformadores, pararrayos y armarios metálicos, se seguirá lo indicado en el apartado 7 de la [ITC-LAT 07](#).

Para los cables unipolares aislados reunidos en haz, con el fin de evacuar las corrientes capacitivas y, en su caso, las corrientes de defecto a tierra, se establecerá, con carácter general, una conexión entre las pantallas, fiador, herrajes, apoyos, en su caso, y el sistema de puesta a tierra. Además, serán de aplicación los siguientes criterios de diseño:

- a. La continuidad eléctrica del fiador quedará asegurada a lo largo de toda la línea.
- b. Coincidiendo siempre con la fijación del cable fiador, se realizará la puesta a tierra de apoyos, fiador y herrajes, para los apoyos que soporten conexiones o derivaciones.
- c. Para las puestas a tierra de las pantallas metálicas de los cables, se aplicará lo indicado al respecto en el apartado 4.9 de la [ITC-LAT 06](#).

10. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Es aplicable lo indicado en el apartado 8 de la [ITC-LAT 06](#).