

Diciembre 2007

TÍTULO

Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica

Guidance on the selection of distribution cables for rated voltages up to and including 0,6/1 kV.

Guide pour la sélection des câbles de distribution pour des tensions assignées au plus égale à 0,6/1 kV.

CORRESPONDENCIA

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a las Normas UNE 20435-1:1990, UNE 20435-1/1M:1992, UNE 20435-2:1990 y UNE 20435-2:1991 Erratum.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 211 *Cables de Energía Eléctrica* cuya Secretaría desempeña FACEL.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 54206:2007

© AENOR 2007
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

20 Páginas

Grupo 10

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las reglas para determinar la tensión asignada y la sección del conductor y de la pantalla de los cables de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV, con especial atención a los cables hasta 18/30 kV, para circuitos de distribución de energía eléctrica.

A partir de unas condiciones de la instalación consideradas como tipo, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas de las condiciones tipo (véase el anexo A).

Los cables de distribución de energía objeto de esta norma son:

Tipos genéricos de cable		Norma de referencia
Designación	Tensión asignada	
RV	0,6/1kV	UNE-HD 603-5N
XZ1	0,6/1kV	UNE-HD 603-5X
RHZ1, DHZ1 y HEPRZ1	de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV	UNE-HD 620 (-5-E-1, -7-E-1, -9-E)
RZ	0,6/1 kV	UNE 21030-1 para Al UNE 21030-2 para Cu

NOTA A pesar de que la aplicación prevista de esta norma son los cables de distribución de energía eléctrica, en el anexo A se han tabulado también intensidades admisibles para más secciones que las normalizadas en las mencionadas normas de referencia. Por tanto, los valores dados de intensidad máxima admisible pueden aplicarse, con especial atención a las condiciones de instalación, a cables con tipos constructivos similares para aplicaciones industriales.

No se consideran en esta norma los cables para aplicaciones especiales que tienen reglamento de aplicación propio, como son los cables de buques, de minas, submarinos o para centrales nucleares.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos que se citan a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma. Únicamente es aplicable la edición de aquellos documentos que aparecen con fecha de publicación. Por el contrario, se aplicará la última edición (incluyendo cualquier modificación que existiera) de aquellos documentos que se encuentran referenciados sin fecha.

UNE 21030-1 *Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 1: Conductores de aluminio.*

UNE 21030-2 *Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 2: Conductores de cobre.*

UNE 21144, serie *Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.*

UNE 21192 *Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.*

UNE 211003-2 *Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV). (IEC 60986).*

UNE-HD 603-5N *Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de XLPE, sin armadura. Sección N: Cables sin conductor concéntrico y con cubierta de PVC (Tipo 5N).*

UNE-HD 603-5X *Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de XLPE, sin armadura. Sección X: Cables sin conductor concéntrico y con cubierta de poliolefina (Tipo 5X-1).*

UNE-HD 620-5-E-1 *Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).*

UNE-HD 620-7-E-1 *Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).*

UNE-HD 620-9-E *Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).*

3 ELECCIÓN DE LA TENSIÓN ASIGNADA DEL CABLE

La tensión asignada del cable U_0/U se debe elegir de acuerdo con la tensión nominal de la red y con los sistemas de puesta a tierra.

Desde este punto de vista, las redes se clasifican en:

Categoría A: Los defectos 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, funcionan con una fase a tierra durante un tiempo limitado. Generalmente, la duración de este funcionamiento no debería exceder de 1 h, pero podrá admitirse una duración mayor cuando eso se especifique en la norma particular del tipo de cable considerado.

NOTA Hay que tener presente que si un defecto a tierra no se elimina automática y rápidamente, el aislamiento del cable soporta esfuerzos eléctricos suplementarios que reducen la vida del cable. Si se prevé que una red va a funcionar frecuentemente con un defecto permanente, puede ser económico clasificar dicha red dentro de la categoría C siguiente.

Categoría C: Comprende todas las redes no incluidas ni en la categoría A ni en la categoría B.

En la tabla 1 se especifica la tensión asignada de los cables U_0/U , así como su nivel de aislamiento a impulsos U_p , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, y de acuerdo con las tensiones usuales en España. Las redes de distribución que se emplean en España, por lo general, son trifásicas de categoría A.

Tabla 1 – Tensión asignada recomendada para los cables que se deben utilizar en redes trifásicas

Red sistema trifásico			Cable	
Tensión nominal de la red	Tensión más elevada de la red	Categoría de la red	Tensión asignada del cable	Tensión soportada a impulsos
U_n	U_s		U_o/U	U_p
kV	kV		kV	kV
3	3,6	A-B	1,8/3	45
		C	3,6/6	60
6	7,2	A-B	6/10	75
		C		
10	12	A-B	8,7/15	95
		C		
15	17,5	A-B	12/20	125
		C		
20	24	A-B	15/25	145
		C		
25	30	A-B	18/30	170
		C		
30	36	A-B	26/45	250
		C		

donde

U_n : Valor de la tensión entre fases por el cual se denomina la red y a la cual se refieren ciertas características de servicio de la red.

U_s : Valor más elevado de la tensión eficaz entre fases que puede presentarse en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones normales de explotación.

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

NOTA 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 o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

4 ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES Y PANTALLAS

La sección de los conductores se determina en función de las intensidades en régimen permanente y en régimen de cortocircuito¹⁾, de la temperatura máxima admisible en el conductor, de la temperatura ambiente y de las condiciones de instalación.

En la tabla 2 se indican las temperaturas máximas admisibles en conductor y pantalla.

1) También puede ser determinante de la sección del conductor la caída de tensión en un circuito, o los valores mínimos de sección que imponen algunos reglamentos. Estos factores no se consideran en esta norma.

Tabla 2 – Temperaturas máximas en el conductor y en la pantalla

Tipo de aislamiento		Temperatura máxima admisible en el conductor	
		Régimen permanente	Régimen de cortocircuito (máximo 5s de duración)
XLPE	Polietileno reticulado	90 °C	250 °C
EPR	Etileno propileno	90 °C	250 °C
HEPR	Etileno propileno de alto módulo	105 °C	250 °C
Cubiertas termoplásticas		Temperatura máxima admisible en la pantalla en °C	
PVC	Policloruro de vinilo	nota 1 (~70 °C o ~85 °C)	200 °C (nota 2)
ZI	Compuestos de PE	nota 1 (~70 °C o ~85 °C)	180 °C (nota 2)
NOTA 1	La temperatura admisible es la que resulta de una temperatura máxima de funcionamiento en régimen permanente del cable, que tomamos de ~20 °C inferior a la temperatura del conductor. Las normas de cubierta no especifican el valor de la temperatura en la pantalla en régimen permanente.		
NOTA 2	Se admite una temperatura superior siempre que se pueda demostrar por ensayo que el diseño del cable la puede soportar.		

Para determinar la sección en función de la intensidad en régimen permanente se debe emplear la Norma UNE 21144 (u otro método técnicamente justificado).

En el **anexo A** se encuentran las tablas de intensidades para las condiciones tipo de instalación y para los cables de tensión asignada desde 0,6/1 kV hasta 18/30 kV con las construcciones habituales en España.

También se han tabulado en este anexo los valores de corrección cuando la temperatura, la profundidad de soterramiento o la resistividad térmica del terreno son distintas de los valores de la instalación tipo, así como los factores de agrupamiento de circuitos.

Para determinar la sección de conductores y pantallas en función de la intensidad en régimen de cortocircuito se emplea la Norma UNE 21192 (u otro método técnicamente justificado).

En el **anexo B** se encuentran las tablas de intensidades de cortocircuito en conductores y pantallas, para las temperaturas iniciales y finales admisibles según el tipo de cable con las construcciones habituales en España.

4.1 Elección de la sección de conductores y pantallas en cables de tensión asignada superior a 18/30kV

Para los cables de tensión asignada superior a 18/30 kV la construcción no está normalizada, la sección del conductor depende de la estructura de la red (en particular de la conexión de las pantallas) y la sección de la pantalla varía en función de los valores de cortocircuito de la red.

Esta norma no ha tabulado los valores correspondientes a estos cables de tensión superior a 18/30 kV. Es conveniente hacer el cálculo de la sección para cada caso particular, empleando las normas de referencia u otros métodos debidamente justificados, para obtener el máximo provecho de la inversión.

5 GUÍAS DE UTILIZACIÓN DE LOS CABLES

En las normas particulares de los cables objeto de esta norma se especifica la Guía de utilización y selección de cables, que incluye las recomendaciones para la selección, el almacenamiento, el transporte y la instalación del cable.

6 ACCESORIOS

Los accesorios a utilizar deben ser compatibles con el cable instalado y con las condiciones de explotación de la red.

Deben cumplir con la Especificación AENOR (futura norma UNE) que le sea de aplicación según su naturaleza y características.

ANEXO A (Informativo)

INTENSIDADES ADMISIBLES Y FACTORES DE CORRECCIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE

A.0 Introducción

En este anexo A, a partir de las condiciones tipo de la instalación, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas de las condiciones tipo.

Los valores tabulados dan un valor aproximado de las intensidades admisibles. Los cálculos realizados a partir de la Norma UNE 21144 y teniendo en cuenta las condiciones reales de la instalación, pueden ser más precisos que las tabulaciones presentadas.

A.1 Condiciones tipo de la instalación

Se consideran las siguientes:

Temperatura del aire ambiente	40 °C (sea en galerías o al aire libre).
Temperatura del terreno	25 °C
Profundidad de soterramiento	0,7 m para 0,6/1 kV; 1 m para tensiones superiores
Radiación solar	Los cables en galerías están protegidos del sol. Los cables de red aérea están expuestos a una radiación solar de 1 000 W/m ²
Agrupamiento de circuitos	Un solo circuito trifásico alejado de otras fuentes de calor
Conexión de las pantallas	Directamente a tierra en ambos extremos de la línea
Sección de la pantalla	16 mm ² formada por 20 alambres de 1mm de diámetro aproximadamente
Resistividad térmica del terreno	1,5 K · m/W

Tipos de cable:

- Unipolares, tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV, según la Norma UNE-HD 603.
- Unipolares con cableado visible, tipo RZ de 0,6/1 kV, según la Norma UNE 21030.
- Unipolares, tipo RHZ1, DHZ1, HEPRZ1 con pantalla H-16 de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV, según la Norma UNE-HD 620.

Se han extendido las exigencias constructivas de estas normas para incluir conductores de Cu y ampliar la gama de secciones.

Circuitos trifásicos:

- Tres cables unipolares en contacto (formación en triángulo) en cables directamente soterrados o cables en galerías. Los tres cables están sujetos por cintillos o bridas.
- Tres cables unipolares en la misma tubular en caso de tubos soterrados.
- Cuatro cables unipolares (tres fases y neutro) o tres cables unipolares (dos fases y neutro) en tipos aéreos (RZ según UNE 21030).

En las condiciones de tipo indicadas las intensidades admisibles están en:

Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1

Tabla A.2 – Cables aéreos de distribución tipo RZ

Tabla A.3 – Cables de distribución de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV tipo RHZ1-H16

Tabla A.4 – Cables de distribución de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV tipo DHZ1-H16

Tabla A.5 – Cables de distribución de 3,6/6 kV hasta 18/30 kV tipo HEPRZ1-H16

Y los factores de corrección en:

Tabla A.6 – Temperaturas

Tabla A.7 – Resistividad térmica del terreno

Tabla A.8 – Profundidad de soterramiento

Tabla A.9 – Agrupamiento de cables soterrados

Tabla A.10 – Agrupamiento de cables al aire o en galerías

A.2 Diseños de los cables

Las normas de construcción de los cables admiten variantes, cuyo valor de intensidad máxima admisible varía muy poco. No obstante indicamos los tipos concretos empleados en el cálculo de las tablas de este anexo:

- Cables de 0,6/1 kV de aluminio Cubiertas de PVC
- Cables de 0,6/1 kV de cobre Cubiertas de PVC, conductor de cobre, clase 5
- Cables de 3,6/6 hasta 18/30 kV Cubiertas de Z1, tensión 18/30 kV

Se han tomado los valores de la resistividad térmica de los materiales de aislamiento y cubierta que indica la Norma UNE 21144. Para las dimensiones de los conductores se han tomado los valores habituales de fabricación.

A.3 Tubulares de instalación

Se han tomado las series y dimensiones habituales en el mercado. Para la resistividad térmica de la tubular se emplea el valor $3,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}$.

Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al			
Cables en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
Cobre			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire ambiente en °C			40
Resistencia térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			0,7

Tabla A.2 – Cables aéreos de distribución tipo RZ de 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A				
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al				
Cables en triángulo en contacto				
Sección mm²	Tres cables cargados		Dos cables cargados	
	Protegidos del sol	Expuestos al sol	Protegidos del sol	Expuestos al sol
Aluminio				
16	64	56	78	72
25	90	76	105	95
50	135	115	160	145
95	215	185	–	–
150	300	250	–	–
Cobre				
2,5	–	–	32	31
4	35	31	42	40
6	45	39	54	52
10	62	54	76	70
16	84	72	100	94
Temperatura del aire ambiente en °C		40		
Radiación solar en kW/m ²		1		

NOTA La radiación solar se ha tomado de 1 000 W/m² en base a datos facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología (promedio de máxima irradiancia horaria medida por 10 observatorios durante los años 2001 a 2005).

**Tabla A.3.1 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de XLPE y conductor de cobre**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de cobre Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	130	120	155
35	155	145	185
50	180	170	220
70	225	205	275
95	265	245	335
120	300	280	385
150	340	315	435
185	380	355	500
240	440	415	590
300	490	460	680
400	560	520	790
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			1
Temperatura del conductor en °C			90

**Tabla A.3.2 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de XLPE y conductor de aluminio**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de aluminio Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	100	90	120
35	120	110	145
50	140	130	170
70	170	160	210
95	205	190	255
120	235	215	295
150	260	245	335
185	295	280	385
240	345	320	455
300	390	365	520
400	445	415	610
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad soterramiento m			1
Temperatura del conductor en °C			90

**Tabla A.4.1 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de EPR y conductor de cobre**

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de EPR. Conductor de cobre			
Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	125	115	140
35	145	135	170
50	175	160	205
70	215	200	255
95	255	235	310
120	290	270	355
150	325	305	405
185	370	345	465
240	425	400	550
300	480	450	630
400	540	510	740
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			1
Temperatura del conductor en °C			90

**Tabla A.4.2 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de EPR y conductor de aluminio**

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de EPR. Conductor de aluminio			
Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	96	90	110
35	115	105	130
50	135	125	155
70	165	155	195
95	200	185	240
120	225	210	275
150	255	235	315
185	285	270	360
240	335	310	425
300	375	355	490
400	430	405	570
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			1
Temperatura del conductor en °C			90

**Tabla A.5.1 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de HEPR y conductor de cobre**

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de HEPR. Conductor de cobre			
Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	135	125	160
35	160	150	195
50	190	180	230
70	235	220	295
95	280	260	355
120	320	295	410
150	360	330	465
185	405	375	535
240	470	440	630
300	530	500	725
400	600	565	840
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			1
Temperatura del conductor en °C			105

**Tabla A.5.2 – Cables de distribución de 3,6/6kV a 18/30kV
Aislamiento de HEPR y conductor de aluminio**

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de HEPR. Conductor de aluminio			
Cables unipolares en triángulo en contacto			
Sección mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
25	105	95	125
35	125	115	150
50	145	135	180
70	180	170	225
95	215	200	275
120	245	230	320
150	275	255	360
185	315	290	415
240	365	345	495
300	410	390	565
400	470	450	660
Temperatura del terreno en °C			25
Temperatura del aire en °C			40
Resistividad térmica del terreno en K · m/W			1,5
Profundidad de soterramiento en m			1
Temperatura del conductor en °C			105

Las intensidades máximas admisibles en condiciones particulares que difieren de las condiciones tipos, se pueden calcular aplicando los factores de corrección de las tablas A.6 a A.10 a las intensidades admisibles en las tablas A.1 a A.5.

Tabla A.6 – Factores de corrección para distintas temperaturas

Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

Tabla A.7 – Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K · m/W

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm ²	Resistividad del terreno						
	0,8 K · m/W	0,9 K · m/W	1 K · m/W	1,5 K · m/W	2 K · m/W	2,5 K · m/W	3 K · m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Cables directamente soterrados en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm ²	Resistividad del terreno						
	0,8 K · m/W	0,9 K · m/W	1 K · m/W	1,5 K · m/W	2 K · m/W	2,5 K · m/W	3 K · m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

Tabla A.8 – Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento

Cables de 3,6/6 kV a 18/30 kV. Profundidad tipo 1 m				
Profundidad	Soterrados		En tubular	
m	≤185 mm ²	>185 mm ²	≤185 mm ²	>185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91
Cables de 0,6/1 kV. Profundidad tipo 0,7 m				
Profundidad, m	Soterrados		En tubular	
0,50	1,04		1,03	
0,60	1,02		1,01	
0,70	1,00		1,00	
0,80	0,99		0,99	
1,00	0,97		0,97	
1,25	0,95		0,96	
1,50	0,93		0,95	
1,75	0,92		0,94	
2,00	0,91		0,93	
2,50	0,89		0,91	
3,00	0,88		0,90	

Tabla A.9.1 – Factores de corrección para agrupamiento de cables desde 3,6/6 kV hasta 18/30 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,76	0,82	0,86	0,88	0,90
3	0,65	0,73	0,78	0,82	0,85
4	0,58	0,68	0,75	0,79	0,83
5	0,53	0,64	0,72	0,77	0,81
6	0,50	0,61	0,70	0,76	0,80
7	0,47	0,59	0,68	0,74	0,79
8	0,45	0,57	0,67	0,74	–
9	0,43	0,56	0,66	0,73	–
10	0,42	0,55	0,65	–	–

Circuitos en tubulares soterradas (un circuito trifásico, con neutro, por tubo)					
Tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,80	0,83	0,87	0,89	0,90
3	0,70	0,75	0,80	0,83	0,86
4	0,64	0,70	0,77	0,81	0,84
5	0,60	0,67	0,74	0,79	0,82
6	0,57	0,64	0,72	0,78	0,81
7	0,54	0,62	0,71	0,77	–
8	0,52	0,60	0,70	0,76	–
9	0,50	0,59	0,69	0,75	–
10	0,49	0,58	0,68	–	–

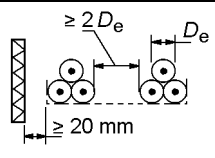
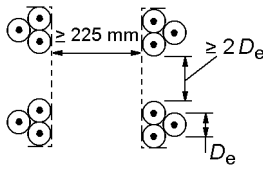
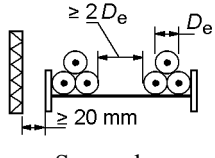
Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Circuitos en tubulares soterradas (un circuito trifásico, con neutro, por tubo)					
Tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91
5	0,67	0,74	0,81	0,86	0,89
6	0,64	0,71	0,79	0,85	0,88
7	0,61	0,69	0,78	0,84	–
8	0,59	0,67	0,77	0,83	–
9	0,57	0,66	0,76	0,82	–
10	0,56	0,65	0,75	–	–

Tabla A.10 – Factores de corrección para agrupamiento de cables al aire libre o en galerías (véase nota 2)

Se aplican a la capacidad de carga de un circuito al aire libre.

Método de instalación		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos			Factor a utilizar con
			1	2	3	
Bandejas perforadas (nota 3)	 <p>Separados</p>	1	1,00	0,98	0,96	Un circuito de tres cables en triángulo en contacto
		2	0,97	0,93	0,89	
		3	0,96	0,92	0,86	
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	 <p>Separados</p>	1	1,00	0,91	0,89	
		2	1,00	0,90	0,86	
Bridas, soportes, ménsulas (nota 3)	 <p>Separados</p>	1	1,00	1,00	1,00	
		2	0,97	0,95	0,93	
		3	0,96	0,94	0,90	
NOTA 1	Los valores son la media para los tipos de cables y la gama de secciones consideradas. La dispersión de valores es inferior al 5% en general.					
NOTA 2	Los factores se aplican a cables en capas separadas, o en cables en triángulo en capas separadas. No se aplican si los cables se instalan en varias capas en contacto. En este caso los factores pueden ser sensiblemente inferiores.					
NOTA 3	Los valores están previstos para una separación entre las bandejas verticales de 300 mm. Para espacios inferiores hay que reducir los factores.					
NOTA 4	Los valores están previstos para una separación de las bandejas horizontales de 225 mm con las bandejas montadas de espalda a espalda. Si la separación es menor hay que reducir los factores.					
NOTA 5	Para circuitos que tengan más de un cable en paralelo por fase, conviene considerar cada conjunto de tres cables como un circuito en el sentido de aplicación de esta tabla.					

ANEXO B (Informativo)**INTENSIDADES ADMISIBLES EN RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO**

En este anexo B se tabulan las intensidades admisibles en régimen de cortocircuito para cable de uso habitual. Los valores se han calculado según la Norma UNE 21192 teniendo en cuenta la construcción de los cables y las temperaturas iniciales y finales de cortocircuito de la tabla B.1.

Las temperaturas iniciales se han supuesto a partir de la carga máxima de régimen permanente previa al cortocircuito. La temperatura final es la indicada en la Norma UNE 211003-2.

En caso de cortocircuito en la pantalla se pueden tomar valores para la temperatura superiores a los indicados en la tabla B-1, si están justificados por un ensayo sobre cable.

Las pantallas consideradas para el cálculo tienen la formación:

16 mm ²	20 × 1 mm Ø
25 mm ²	32 × 1 mm Ø
35 mm ²	23 × 1,4 mm Ø
50 mm ²	32 × 1,4 mm Ø

Tabla B.1 – Temperaturas inicial y final de cortocircuito

Material de aislamiento	Temperatura inicial	Temperatura final
XLPE, EPR	90 °C	250 °C
HEPR	105 °C	250 °C
Material de cubierta		
PVC	70 °C o 85 °C (nota 1)	200 °C
Z1	70 °C o 85 °C (nota 1)	180 °C

NOTA 1 El valor se estima 20 °C inferior a la temperatura del conductor, que corresponde a 70 °C en cables de XLPE y de EPR y a 85 °C en cables de HEPR, de acuerdo con cálculos hechos sobre cables habituales.

Tabla B.2 – Intensidad máxima de cortocircuito en aislamientos de XLPE o EPR, en A

Aislamiento de XLPE o de EPR								
Sección mm ²	Conductor de cobre				Conductor de aluminio			
	Tiempo de cortocircuito, s				Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2	0,2	0,5	1	2
25	8 150	5 200	3 750	2 700	5 400	3 500	2 500	1 800
35	11 350	7 250	5 200	3 700	7 550	4 850	3 450	2 500
50	16 200	10 350	7 350	5 250	10 750	6 850	4 900	3 550
70	22 650	14 400	10 250	7 350	15 000	9 600	6 850	4 900
95	30 700	19 500	13 900	9 900	20 350	12 950	9 250	6 600
120	38 700	24 600	17 500	12 450	25 650	16 350	11 650	8 300
150	48 350	30 700	21 850	15 550	32 000	20 400	14 500	10 350
185	59 600	37 850	26 850	19 100	39 450	25 100	17 850	12 750
240	77 250	49 000	34 800	24 750	51 100	32 500	23 100	16 450
300	96 500	61 200	43 450	30 850	63 850	40 550	28 800	20 500
400	128 550	81 550	57 850	41 050	85 050	54 000	38 350	27 250

Temperatura inicial 90 °C; Temperatura final 250 °C

Tabla B.3 – Intensidad máxima de cortocircuito en aislamientos de HEPR, en A

Aislamiento de HEPR								
Sección mm ²	Conductor de cobre				Conductor de aluminio			
	Tiempo de cortocircuito, s				Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2	0,2	0,5	1	2
25	7 650	4 850	3 500	2 500	5 050	3 250	2 300	1 650
35	10 700	6 800	4 850	3 450	7 100	4 500	3 250	2 300
50	15 200	9 700	6 900	4 900	10 100	6 450	4 600	3 300
70	21 300	13 500	9 600	6 850	14 100	8 950	6 400	4 550
95	28 850	18 300	13 000	9 250	19 100	12 150	8 650	6 150
120	36 400	23 100	16 400	11 700	24 100	15 300	10 900	7 750
150	45 450	28 850	20 500	14 550	30 100	19 100	13 600	9 700
185	56 050	35 550	25 250	17 950	37 100	23 550	16 750	11 900
240	72 650	46 100	32 700	23 200	48 050	30 500	21 650	15 400
300	90 800	57 550	40 800	28 950	60 050	38 100	27 050	19 200
400	121 000	76 650	54 350	38 550	80 000	50 750	36 000	25 550

Temperatura inicial 105 °C; Temperatura final 250 °C

Tabla B.4 – Intensidad máxima de cortocircuito en conductores de cobre

Aislamiento de XLPE				
	Conductor de cobre			
Sección mm²	Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2
2,5	850	560	410	310
4	1 340	870	640	470
6	1 990	1 290	940	690
10	3 290	2 120	1 530	1 110
16	5 240	3 360	2 410	1 740
Temperatura inicial 90 °C; Temperatura final 250 °C				

Tabla B.5 – Intensidad máxima de cortocircuito en pantallas de alambres de cobre

Pantallas de alambres de cobre								
	Aislamiento de XLPE o de EPR				Aislamiento de HEPR			
Sección mm²	Tiempo de cortocircuito, s				Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2	0,2	0,5	1	2
16	4 850	3 200	2 400	1 850	4 380	2 870	2 120	1 590
25	7 600	5 050	3 750	2 900	6 850	4 490	3 320	2 490
35	10 400	6 800	5 000	3 750	9 420	6 110	4 450	3 290
50	14 800	9 700	7 150	5 350	13 450	8 730	6 350	4 690
Temperatura inicial	70 °C				85 °C			
Temperatura final	180 °C				180 °C			

Los cables de tensiones entre 3,6/6 kV y 18/30 kV se suponen con cubierta de tipo Z1 para el cálculo de las intensidades de cortocircuito. Las temperaturas iniciales de las pantallas se suponen 20 °C inferiores a las temperaturas de los conductores.

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32