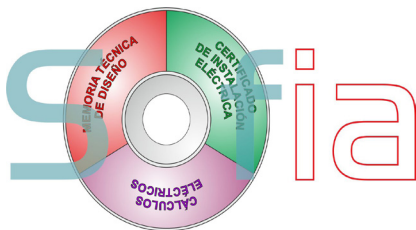


Manual Técnico del Electricista

Cálculo de secciones





Software para Instaladores Autorizados Para realizar certificados eléctricos

© P.L.C. Madrid®

C/ Toledo 176

28005-Madrid

Tlf: 913 660 063

www.plcmadrid.es

plcmadrid@plcmadrid.es

JOSÉ MORENO GIL.

ALEJANDRO PINDADO RUIZ.

CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA.

RUBÉN MONTEERRUBIO CÉSPEDES.

© Reservados todos los derechos de la obra

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de P.L.C. MADRID®.

Edita P.L.C. MADRID®

Depósito Legal M-6419-2017

I.S.B.N. 84-95357-76-3

INDICE DE CONTENIDOS:

Presentación.....	2
-------------------	---

Conductores

Materiales.....	3
Aislamiento y temperatura de servicio.....	4
Resistividad y conductividad.....	5
Coordinación entre conductores y protecciones.....	6
Criterios para el cálculo de sección.....	10

Criterio de Intensidad Máxima admisible

Tabla 1 - Tipos de instalación.....	15
Tabla 2a - Intensidades máximas admisibles Cobre.....	24
Tabla 2b - Intensidades máximas admisibles Aluminio.....	26
Factores de corrección para instalaciones al aire.....	28
Tabla 5a - Intensidades máximas admisibles Cobre.....	34
Tabla 5b - Intensidades máximas admisibles Aluminio.....	35
Factores de corrección para instalaciones enterradas.....	36

Criterio de Caída de Tensión Máxima

Tabla 11 - Distribución de la caída de tensión.....	44
Tabla 12 - Cálculo directo de la caída de tensión.....	45
Tabla 13 - Fórmulas para el cálculo de sección.....	46

Criterio de cortocircuito

Tabla valor de la constante K.....	51
Cálculo de Sección coordinado con I. automático.....	52
Cálculo de Sección coordinado con fusible.....	53

Designación de conductores eléctricos.....	57
Reglamento de productos de la construcción (CPR).....	58

PRESENTACIÓN

Saber calcular correctamente la sección de los conductores en los distintos tipos de instalaciones forma parte del conocimiento del instalador electricista. Para la realización de los cálculos no sólo es preciso conocer las fórmulas matemáticas a emplear, sino también saber ahondar en la normativa aplicable en cada caso para utilizar con precisión el concepto de caída de tensión, y los distintos factores de corrección y/o simultaneidad en su caso.

En este manual se desarrollan los tres métodos más usuales de cálculo para las secciones de los conductores, prestando especial interés a la correcta aplicación de los preceptos que marca el R.E.B.T y la Norma UNE-HD 60.364-5-52.

Para su aplicación se han considerado estos tres métodos:

Cálculo por caída de tensión.

Cálculo por intensidad máxima admisible.

Cálculo de cortocircuito.

También se incluye el cálculo del diámetro de los tubos en función del número de conductores.

El manual técnico facilita la aplicación de fórmulas y cálculos, extracta y sintetiza variados y múltiples datos técnicos en cuadros de consulta rápida y hace fácil la comprensión con sencillos esquemas y numerosos ejemplos.

En suma, creemos que con esta colección de guías del Instalador Electricista en el bolsillo, cualquier profesional del sector va a tener una importante herramienta de consulta para su trabajo cotidiano. También creemos que van a ser muy útiles a los estudiantes de electricidad de cualquier nivel educativo.

MATERIALES

Material	Foto	Definición
Activo		Elemento necesario para el transporte de la electricidad, formado por una sola hebra o varias retorcidas entre sí.
Aislamiento		Evita que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con otras partes de la instalación.
Cubierta		Aísla el interior del cable de elementos externos que podrían alterar sus propiedades eléctricas, como la humedad, y lo protege de los golpes que pueda recibir durante su instalación y uso.

Activo	Foto	Definición
Cobre		Después de la plata, es el material con mayor conductividad, lo que junto a su longevidad y sus ventajas mecánicas y eléctricas hace que sea idóneo.
Aluminio		Material más ligero que el cobre, con lo que es el ideal para emplearlo en la distribución de energía eléctrica.

Formato	Foto	Definición
Unipolar		Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.
Multipolar o manguera		Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislante y con una o más cubiertas protectoras comunes.

AISLAMIENTO Y TEMPERATURA DE SERVICIO

Tipos de aislamiento de los conductores			
Material	Foto	Temp. Max.	Definición
Poliétileno reticulado (XLPE)		90°C	Compuesto por materiales termostables, lo cual quiere decir que no se deforman con el aumento de la temperatura (al menos hasta los niveles en que opera la alta tensión). El XLPE es absorbente de agua, por lo que no es válido para ambientes húmedos o para instalarlos bajo el agua, aunque no presentan inconvenientes en alta y baja tensión.
Etileno-propileno (EPR)		90°C	Pertenece al grupo de los aislamientos termostables y sus características son similares al XLPE. Posee mayores propiedades mecánicas e impide que el agua penetre en ellos, por lo que son válidos para ambientes húmedos.
Policloruro de vinilo (PVC)		70°C	El PVC es un material termoplástico, cuya principal característica reside en que, a partir de una temperatura, pierde su resistencia mecánica y se deforma. Su uso solo es para baja tensión.
Poliolefina (Z1)		70°C	Para instalaciones con características concretas como las derivaciones individuales o los locales de pública concurrencia. Además de las intensidades máximas admisibles también necesitan cumplir con exigencias como la toxicidad y opacidad del humo en caso de incendio; algunas de las clasificaciones son: • Cables no propagadores de la llama. • Cables no propagadores del incendio. • Cables resistentes al fuego.

RESISTIVIDAD Y CONDUCTIVIDAD

Concepto	Definición			
Resistividad		Es la resistencia que oponen los cuerpos al paso de la corriente eléctrica a través de este, su unidad se mide a partir de un conductor de un metro de largo y de una sección de un milímetro cuadrado ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).		
Resistividad a diferentes temperaturas				
Material	Coefficiente de temperatura	Resistividad 20° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Resistividad 70° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Resistividad 90° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Cobre	0,00392	0,018	0,021	0,023
Aluminio	0,00403	0,029	0,033	0,036

Concepto	Definición		
Conductividad	$\text{Conductividad} = \frac{1}{\text{Resistividad}}$	Es la facilidad que tienen los cuerpos para permitir el paso de la corriente eléctrica a través de estos; esta característica de los conductores es la inversa de la resistividad ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$).	
Conductividad a diferentes temperaturas			
Material	Resistividad 20° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)	Resistividad 70° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)	Resistividad 90° ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28

COORDINACIÓN ENTRE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

Para dimensionar adecuadamente una instalación eléctrica, deben coordinarse las protecciones con la sección de los conductores, de forma que la **corriente de diseño** (intensidad de cálculo) (I_b) debe ser menor que la **intensidad nominal de la protección** (I_n) empleada para proteger el circuito, y esta también deberá ser menor que la **intensidad máxima admisible por el conductor** (I_z).

Explicado de forma más breve, la **intensidad del cable** debe ser la mayor, la **intensidad de la protección** debe encontrarse entre las intensidades del cable y la intensidad del receptor a alimentar y por último la **intensidad del receptor** debe ser la menor de los 3 valores.

Los dispositivos deberán estar previstos para interrumpir las sobrecargas en los conductores. Estos deben cumplir estas dos condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \leq 1,45 I_n$$

Donde:

I_b Intensidad utilizada en el circuito.

I_n Intensidad nominal o de regulación.

I_z Intensidad admisible en la canalización según UNE-HD 60.364-5-52

I_2 Intensidad que asegure el funcionamiento de la protección.

Es decir:

Que la corriente nominal del dispositivo de protección (I_n) debe ser igual o superior a la intensidad de empleo (I_b) e igual o inferior a la intensidad admisible en la canalización (I_z), y además,

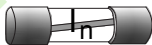
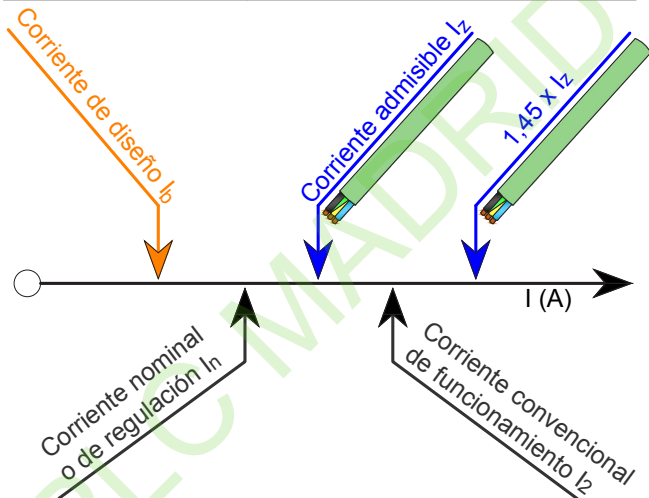
Que la intensidad convencional de funcionamiento del dispositivo de protección (I_2) es igual o inferior a **1,45** veces la intensidad admisible en la canalización (I_z) o **1,30** veces en el caso de no ser de tipo doméstico.

Valores de referencia de las canalizaciones

Cargas



Conductores



Protección térmica

Características del dispositivo de protección

Ejemplo de aplicación 1:

Con una intensidad utilizada en un circuito $I_b = 38 \text{ A}$, calcular la protección y la sección del conductor que debe instalarse para cumplir con la coordinación entre conductores y protecciones, para calcular la intensidad máxima del conductor y la sección se utilizará la **TABLA 2a** columna 6a:

Las fórmulas que tenemos que aplicar son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \leq 1,45 I_n$$

1º Paso: Calcular la intensidad nominal de la protección:

$$I_b \leq I_n$$

$$38 \text{ A} \leq 40 \text{ A}$$

La intensidad nominal de la protección será de 40 A.

2º Paso: Calcular la intensidad máxima admisible del conductor:

$$I_n \leq I_z$$

$$40 \text{ A} \leq 46 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible del conductor (I_z) será de 46 A y la sección correspondiente 10 mm².

3º Paso: Calcular la intensidad de disparo

Tipo doméstico (UNE EN 60.898), soportará en un tiempo máximo de 1 hora:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 40 \text{ A} = 58 \text{ A}$$

Tipo industrial (UNE EN 60.947-2) soportará en un tiempo máximo de 2 horas:

$$I_2 = 1,30 I_n = 1,30 \cdot 40 \text{ A} = 52 \text{ A}$$

Ejemplo de aplicación 2:

De una lavadora que consume **12 A**, se pretende conocer si se cumple el criterio de la protección magnetotérmica y la sección correspondiente para este receptor.

Ésta se alimenta con un conductor de una sección de **2,5 mm²** que soporta una intensidad máxima de **18 A** y esta protegida con un magnetotérmico de **20 A**.

1º Paso: Comprobar si se cumplen con el criterio de sobrecargas, aplicable tanto a la protección como al conductor.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12 \text{ A} \leq 20 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

La protección ante sobrecargas está cubierta, la intensidad de cálculo ($I_b = 12 \text{ A}$) es inferior a la intensidad nominal de la protección ($I_n = 20 \text{ A}$).

Sin embargo la intensidad máxima admisible del cable ($I_z = 18 \text{ A}$) es menor que la de la protección ($I_n = 20 \text{ A}$), será necesario disminuir la intensidad de la protección para cumplir con el criterio de sobrecarga.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

En este caso tanto la intensidad nominal de la protección ($I_n = 16 \text{ A}$), como la intensidad máxima admisible del cable ($I_z = 18 \text{ A}$) cumplen con el criterio de sobrecargas.

La intensidad nominal de la protección para cumplir con este criterio será de 16 A.

CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE SECCIÓN

Para realizar correctamente el cálculo de secciones de líneas eléctricas, se deberán cumplir estas condiciones:

- Transportar la potencia requerida con total seguridad.
- Que dicho transporte se efectúe con el mínimo de pérdidas de energía.
- Mantener los costes de instalación en unos valores aceptables.

Debiendo cumplir los criterios de cálculo que se detallan a continuación:

Criterios para el cálculo de sección		
Número	Criterio	Normativa
1º	Intensidad máxima admisible	UNE-HD 60.364-5-52
2º	Caída de Tensión	REBT-ITC 14, 15 y 19
3º	Cortocircuito	UNE-HD 60.364-4-43

CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE SECCIÓN

Con el fin de facilitar el estudio, hemos asociado un color a cada criterio de cálculo.

1º Criterio: Intensidad máxima admisible

Todos los conductores eléctricos poseen una resistencia eléctrica, esto hace que la circulación de la corriente a través de ellos genere un calor proporcional al valor de la intensidad de corriente al cuadrado y a la resistencia eléctrica del conductor. Una parte del calor producido se dispersa en el medio que rodea al conductor y la otra parte se acumula en el propio cable, ocasionando un aumento de temperatura en este.

Este criterio nos permite calcular la intensidad de diseño que precisa la instalación, considerando los factores de corrección que les sean de aplicación, la sección del conductor en función del sistema de instalación empleado, y garantizar la correcta protección de esta.

2º Criterio: Caída de tensión

La circulación de la corriente a través de un conductor produce una caída de tensión. Su valor debe limitarse con el fin de garantizar el correcto funcionamiento y la seguridad, tanto de la instalación como de los receptores.

Este criterio permite comprobar que la sección calculada cumple con los valores fijados por el REBT (ver TABLA 11) y garantizar el nivel de tensión requerido.

3º Cálculo de cortocircuito

Este cálculo nos permite asegurar el disparo de las protecciones, cuando se produce una conexión accidental o intencionada entre dos o más partes de un circuito con tensiones distintas, quedando conectadas a través de una impedancia de muy bajo valor o casi despreciable, provocando a una corriente de cortocircuito de valor muy elevado, que dan lugar a efectos que pueden resultar destructivo, tanto para las canalizaciones, como para la aparamenta y receptores.

CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible es el valor máximo en amperios que puede soportar el conductor antes de deteriorarse, este efecto se produce mediante el calor emitido por la fricción de los electrones que circulan a través del conductor.

Los valores de intensidad máxima se pueden ver reflejados en las tablas de la Norma UNE-HD 60.364-5-52, que dividirá la instalación de los conductores en 2 familias:

- Instalaciones al aire.
- Instalaciones enterradas.

Para las instalaciones al aire, se utilizarán estas tablas:

TABLA 2. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A).

TABLA 3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 40°C

TABLA 4. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GRUPOS DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTIPOLARES.

Para las instalaciones enterradas, se utilizarán estas tablas:

TABLA 5. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A).

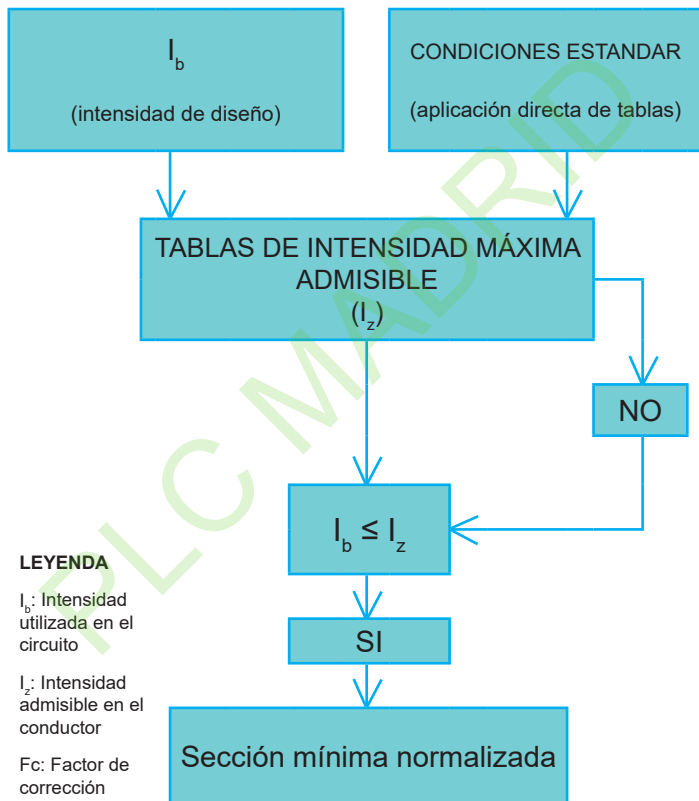
TABLA 6. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DIFERENTES DE 25°C

TABLA 7. TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m/W.

TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1

TABLA 10. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS - MÉTODO D2

SECCIÓN MÍNIMA POR CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CONDICIONES ESTÁNDAR DE INSTALACIÓN



SECCIÓN MÍNIMA POR CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CONDICIONES NO ESTÁNDAR DE INSTALACIÓN

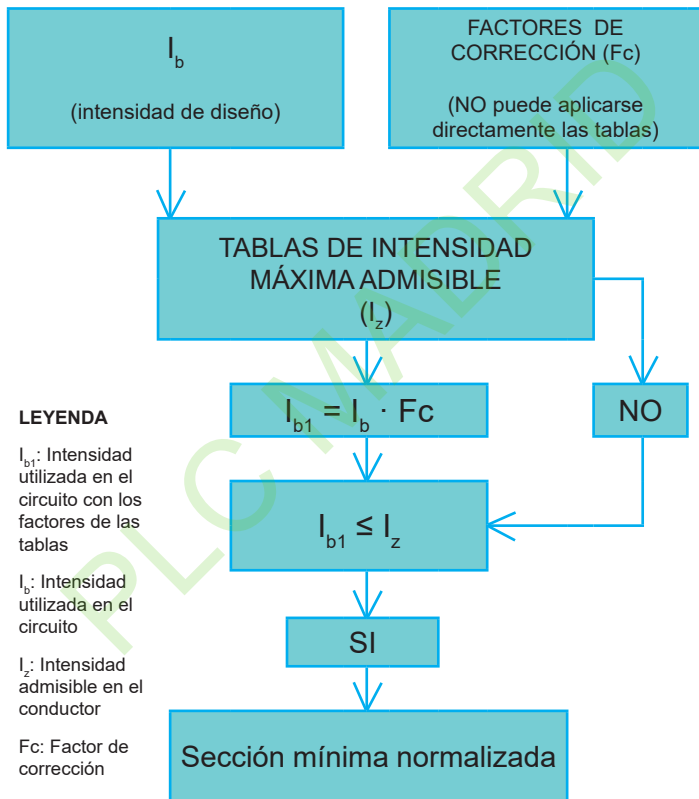
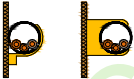
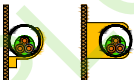
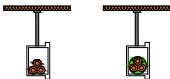
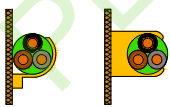
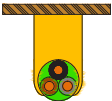
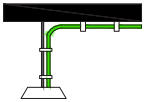
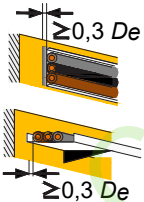
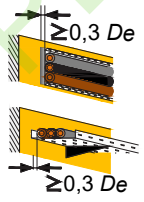
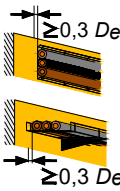
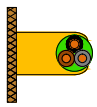
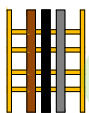


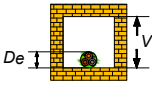
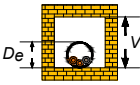
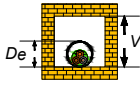
TABLA 1 - TIPOS DE INSTALACIÓN (Tabla A.52.3)

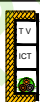
Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
1		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A1
2		Cables multipolares en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A2
3		Cable multipolar en el interior de una pared térmicamente aislante ^{a, c}	A1
4		Conductores aislados o cables unipolares en tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo ^c	B1
5		Cable multipolar en un tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo ^c	B2
6 7		Conductores aislados o cables unipolares en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: – en recorrido horizontal ^b – en recorrido vertical ^{b, c}	B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
8 9		Cable multipolar en canales (incluyendo canales de múltiples compartimentos) sobre una pared de madera o mampostería: – en recorrido horizontal ^b – en recorrido vertical ^{b, c}	B2 En estudio
10		Conductores aislados o cables unipolares en canales suspendidos ^b	B1
11		Cable multipolar en canales suspendidos ^b	B2
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras ^{c, e}	A1
15		Conductores aislados en tubo o cables unipolares o multipolares en arquitrabe ^{c, f}	A1
16		Conductores aislados en tubo o cables unipolares o multipolares en marcos de ventana ^{c, f}	A1
20		Cables unipolares o multipolares: – fijados sobre una pared de madera o mampostería o separados de la pared menos de 0,3 veces el diámetro del cable ^c	C
21		Cables unipolares o multipolares: – fijados directamente bajo un techo de madera o mampostería	C

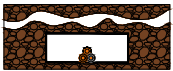
Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
22		Cables unipolares o multipolares: – separados del techo	E En estudio
23		Instalación fija de un receptor suspendido	C
30		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal o vertical ^{c, h}	C
31		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical ^{c, h}	E o F

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
32		Cables unipolares o multipolares: Sobre soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical ^{c, h}	E o F
33		Cables unipolares o multipolares: Separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable	E o F o método G ⁹
34		Cables unipolares o multipolares: Sobre bandejas de escalera ^c	E o F
35		Cable unipolar o multipolar suspendido o incorporando un cable fiador o arnés	E o F
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores	G

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
40		Cables unipolares o multipolares en un hueco de la construcción ^{c, h, i}	$1,5De \leq V < 5De$ B2 $5De \leq V < 20 De$ B1
41		Conductores aislados en tubo en un hueco de la construcción ^{c, i, j, k}	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1
42		Cables unipolares o multipolares en tubo un hueco de la construcción ^{c, k}	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1 En estudio
43		Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular en un hueco de la construcción ^{c, i, j, k}	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1
44		Cables unipolares o multipolares en conductos cerrados de sección no circular un hueco de la construcción ^{c, k}	$1,5De \leq V < 20De$ B2 $V \geq 20De$ B1 En estudio
45		Conductores aislados en conducto cerrado de sección no circular empotrado en mampostería, de resistividad térmica no superior a $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ ^{c, h, i}	$1,5De \leq V < 5De$ B2 $5De \leq V < 50De$ B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
46		Cables unipolares o multipolares en conducto cerrado de sección no circular empotrado en mampostería, de resistividad térmica no superior a $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}^{\text{c}}$	$1,5\text{De} \leq V < 20\text{De}$ B2 $V \geq 20\text{De}$ B1 En estudio
47		Cables unipolares o multipolares: – en hueco en el techo – en suelo suspendido ^{h, i}	$1,5 \text{ De} \leq V < 5 \text{ De}$ B2 $5 \text{ De} \leq V < 50 \text{ De}$ B1
50		Conductores aislados o cable unipolar en canales empotrados en el suelo	B1
51		Cable multipolar en canales empotrados en el suelo	B2
52		Conductores aislados o cable unipolar en canal empotrada ^c	B1
53		Cable multipolar en canal empotrada ^c	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en canal de obra no ventilada, en recorrido horizontal o vertical ^{c, i, l, n}	$1,5 \text{ De} \leq V < 20 \text{ De}$ B2 $V \geq 20 \text{ De}$ B1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
55		Conductores aislados en tubo en canal de obra abierta o ventilada en el suelo ^{m, n}	B1
56		Cable unipolar o multipolar con cubierta en canal de obra abierta o ventilada en recorrido horizontal o vertical ⁿ	B1
57		Cable unipolar o multipolar empotrado directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W Sin protección mecánica complementaria ^{o, p}	C
58		Cable unipolar o multipolar empotrados directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W Con protección mecánica complementaria ^{o, p}	C
59		Conductores aislados o cables unipolares en tubo empotrado en mampostería ^p	B1
60		Cable multipolar en tubos empotrado en mampostería ^p	B2
70		Cable multipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo	D1

Ref.	Métodos de instalación	Descripción	Tipo
71		Cable unipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo	D1
72		Cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: – sin protección mecánica complementaria ^a	D2
73		Cables unipolares o multipolares con cubierta en el suelo: – con protección mecánica complementaria ^a	D2
NOTA 1 Las ilustraciones no intentan describir productos o prácticas de instalación reales, pero son indicativos del método descrito.			

- a La capa interior de la pared tiene una conductividad térmica no inferior a $10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- b Los valores dados para los métodos B1 y B2 son válidos para un solo circuito. En el caso de varios circuitos en la canal se aplican los factores de reducción por agrupamiento.
- c Se debe tener cuidado cuando el cable discurre verticalmente y la ventilación es limitada.
- d Se pueden usar los valores para método de referencia B2.
- e Para construcción térmicamente equivalente a las referencias 6 o 7, puede usarse el método B1.
- f Cuando la construcción es térmicamente equivalente a las referencias 6, 7, 8 o 9, pueden usarse los métodos B1 o B2.
- g También se pueden usar los factores de la tabla B.52.17.
- h D_e es el diámetro externo de un cable multipolar:
 $2,2 \times$ el diámetro del cable cuando tres cables unipolares están unidos al tresbolillo; o
 $3 \times$ el diámetro del cable cuando tres cables unipolares se tienden en disposición plana.
- i V es la dimensión más pequeña o el diámetro de un conducto o hueco de mampostería, o la profundidad vertical de un conducto rectangular, un hueco de suelo o techo o una canal de obra.
- j D_e es el diámetro exterior del tubo o profundidad vertical del conducto cerrado no circular.
- l D_e es el diámetro exterior del tubo. Para cable multipolar instalado en el método 55, utilizar el tipo B2.
- m Para el cable multipolar instalado en el método 55, utilícese el método de referencia B2.
- n Se recomienda que sólo se utilicen en zonas de acceso restringido a personas autorizadas.
- o Para los conductores no mayores de 16 mm^2 , la corriente puede ser mayor.
- p Si la resistividad térmica de la mampostería no es mayor que $2 \text{ K}\cdot\text{m/W}$, se toma el término "mampostería" para incluir ladrillo, hormigón, yeso y similares (excepto materiales térmicamente aislantes).
- q Para resistividades del terreno inferiores a $2,5 \text{ K}\cdot\text{m/W}$, la corriente de los cables directamente enterrados es mayor que para los cables en conductos.

Ejemplo de aplicación 3:

Hallar el método de instalación que corresponde a un conductor **multipolar, empotrado en tubo en pared de mampostería**.

1º Paso: Conocer la distribución del conductor: **multipolar**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **empotrado en tubo en pared de mampostería**

3º Paso: Buscar en la tabla el nº de referencia: **60**

4º Paso: Buscar en la tabla el método de instalación: **B2**

El método de instalación es el B2



Ejemplo de aplicación 4:

Hallar el método de instalación que corresponde a conductores **unipolares, instalados en molduras**.

1º Paso: Conocer la distribución del conductor: **unipolar**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **en molduras**

3º Paso: Buscar en la tabla el nº de referencia: **12**

4º Paso: Buscar en la tabla el método de instalación: **A1**

El método de instalación es el A1



TABLA 2a. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). COBRE

Método de instalación		Número de conductores							
A1		3PVC	2PVC				3XLPE		
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE		
B1				3PVC		2PVC			
B2			3PVC	2PVC					
C						3PVC			
E								3PVC	
F									
Sección	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	
Cobre (No enterrado)	1,5 mm²	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16
	2,5 mm²	15	15,5	17	18	19	20	20	21
	4 mm²	20	20	22	24	25	26	28	29
	6 mm²	25	26	29	31	32	34	36	37
	10 mm²	33	36	40	43	45	46	49	52
	16 mm²	45	48	53	59	61	63	66	69
	25 mm²	59	63	69	77	80	82	86	87
	35 mm²	—	—	—	95	100	101	106	109
	50 mm²	—	—	—	116	121	122	128	133
	70 mm²	—	—	—	148	155	155	162	170
	95 mm²	—	—	—	180	188	187	196	207
	120 mm²	—	—	—	207	217	216	226	240
	150 mm²	—	—	—	—	—	247	259	276
	185 mm²	—	—	—	—	—	281	294	314
	240 mm²	—	—	—	—	—	330	345	368

Temperatura ambiente 40°C. (Tabla C.52.1 Bis.)

cargados y tipo de aislamiento

2XLPE									
		3XLPE				2XLPE			
3XLPE		2XLPE							
	2PVC			3XLPE			2XLPE		
			2PVC			3XLPE		2XLPE	
	3PVC				2PVC		3XLPE		2XLPE
7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	—
22	23	24	26	27	26	28	30	32	—
30	31	32	34	36	36	38	40	44	—
39	40	41	44	46	46	49	52	57	—
54	54	57	60	63	65	68	72	78	—
72	73	77	81	85	87	91	97	104	—
91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
385	401	419	435	455	468	489	545	583	617

TABLA 2.b INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). ALUMINIO

Método de instalación		Número de conductores							
A1		3PVC	2PVC				3XLPE		
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE		
B1				3PVC		2PVC			
B2			3PVC	2PVC					
C						3PVC			
E								3PVC	
F									
Sección	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	
Aluminio (No enterrado)	2,5 mm²	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17
	4 mm²	15	16	17	19	20	21	22	22
	6 mm²	20	20	22	24	25	27	29	28
	10 mm²	26	27	31	33	35	38	40	40
	16 mm²	35	37	41	46	48	50	52	53
	25 mm²	46	49	54	60	63	63	66	67
	35 mm²	–	–	–	74	78	78	81	83
	50 mm²	–	–	–	90	94	95	100	101
	70 mm²	–	–	–	115	121	121	127	130
	95 mm²	–	–	–	140	146	147	154	159
	120 mm²	–	–	–	161	169	171	179	184
	150 mm²	–	–	–	–	–	196	205	213
	185 mm²	–	–	–	–	–	222	232	243
	240 mm²	–	–	–	–	–	261	273	287

Temperatura ambiente 40°C. (Tabla C.52.1 Bis.)

cargados y tipo de aislamiento

2XLPE									
		3XLPE				2XLPE			
3XLPE		2XLPE							
	2PVC			3XLPE			2XLPE		
			2PVC			3XLPE		2XLPE	
	3PVC				2PVC		3XLPE		2XLPE
7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	—
23	24	25	26	28	27	29	31	34	—
30	31	32	33	35	36	38	40	44	—
41	42	44	46	49	50	52	56	60	—
55	57	60	63	66	66	70	76	82	—
70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
300	306	320	332	347	355	372	399	427	482

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA INSTALACIONES AL AIRE

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las fijadas en la **TABLA 2a** o **TABLA 2b**; es decir para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, o para agrupamiento de varios circuitos o cables multipolares, se utilizarán las tablas con los factores de corrección expresados a continuación:

→ **TABLA 3** Temperatura ambiente

→ **TABLA 4** Agrupamientos

TABLA 3. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 40°C (Tabla B.52.14 Bis.)

Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)				
	10	15	20	25	30
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15
XLPE o EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10

Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)				
	35	45	50	55	60
PVC	1,08	0,91	0,82	0,7	0,57
XLPE o EPR	1,05	0,96	0,9	0,83	0,78

TABLA 4. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GRUPOS DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTIPOLARES. (Tabla C.52.3.)

Pto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	—	—	—
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	—	—	—
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	—	—	—
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	—	—	—

¿CÓMO UTILIZAR LOS FACTORES DE CORRECCIÓN?

Los factores de corrección son valores correctores que debemos aplicar a los cálculos para ajustar o corregir los parámetros fijados en una tabla base o de referencia. Los factores de corrección más usuales en este tipo de cálculo son los de temperatura, agrupamiento, sistema de instalación y resistividad térmica del terreno.

Se debe prestar atención a la forma de aplicar los factores de corrección, pues una incorrecta aplicación puede aminorar un valor cuando de lo que se trata es precisamente de mayorar o viceversa. Para aplicar correctamente los factores de corrección podemos distinguir dos casos:

- Si queremos averiguar la intensidad máxima admisible de un conductor, multiplicaremos el valor que indique la tabla de referencia por todos los factores que le sean de aplicación. El resultado obtenido será el valor que consideramos a todos los efectos como intensidad máxima.

$$I_{b1} = I_b \cdot F_{c_{\text{temperatura}}} \cdot F_{c_{\text{agrupamiento}}}$$

- Si queremos averiguar la sección del conductor, debemos dividir la intensidad calculada o de diseño, entre todos los factores de corrección que les sea de aplicación. El valor resultante será el utilizado para seleccionar la sección adecuada.

$$I_{b1} = \frac{I_b}{F_{c_{\text{temperatura}}} \cdot F_{c_{\text{agrupamiento}}}}$$

Ejemplo de aplicación 5:

Hallar la intensidad máxima admisible que soporta un cable multipolar, monofásico de **50 mm²** de **Cu** con aislamiento **XLPE**, **fijado sobre pared**, a una temperatura ambiente de **45°C**. Al tratarse de conductores de cobre, utilizaremos la marcada en la **TABLA 2a** y para la temperatura la **TABLA 3**

1º Paso: Conocer el método de instalación: **C**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **2XLPE**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada: **188 A**

4º Paso: Aplicar el factor de corrección de la **TABLA 3**: **0,96**

$$I_{b1} = I_b \cdot F_c = 188 \text{ A} \cdot 0,96 = 180,48 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible es 180,48 A

Ejemplo de aplicación 6:

Hallar la sección necesaria para transportar una intensidad de **50 A** de un cable multiconductor monofásico de **Al** con aislamiento **PVC**, **sobre bandeja no perforada, junto a otros 2 conductores (agrupamiento de 3 conductores)**. Al tratarse de un conductor de aluminio, emplearemos la marcada en la **TABLA 2b** y por el tipo de agrupamiento la **TABLA 4**

1º Paso: Conocer el método de instalación: **C**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento: **2PVC**

3º Paso: Aplicar el factor de corrección de la **TABLA 4**: **0,80**

$$I_{b1} = \frac{I_b}{F_c} = \frac{50 \text{ A}}{0,80} = 62,5 \text{ A}$$

4º Paso: Buscar en la **TABLA 2b** la sección correspondiente: **25 mm²**

La sección es 25 mm²

Ejemplo de aplicación 7:

Hallar la intensidad máxima admisible que soporta una manguera monofásica de **Cu** con aislamiento de **PVC**, instalada **bajo tubo en superficie**, de sección **4 mm²** a una temperatura ambiente de **40°C**.

Al ser el conductor de Cu, y de una instalación al aire a una temperatura de 40°C, se utilizará la TABLA 2a y seguiremos los pasos siguientes:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

La instalación se ha ejecutado con manguera bajo tubo en superficie.

El método de instalación es el: **B2**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al tratarse de una línea monofásica con aislamiento PVC (Policloruro de vinilo).

La configuración es: **2PVC**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada

La marcada en la **TABLA 2a** para Cobre en su columna 5a (**2PVC**) indica:

La intensidad máxima admisible: **24 A**

4º Paso: En caso de ser preciso aplicar cualquier factor de corrección de los indicados en:

TABLA 3 - Temperatura ambiente diferente a 40°C

TABLA 4 - Agrupamiento de varios conductores

Para este ejemplo no es necesario aplicar ningún factor.

La intensidad máxima admisible para una sección de 4 mm² de Cu es de 24 A.

Ejemplo de aplicación 8:

Se pretende hallar la intensidad máxima admisible que soporta un circuito de conductores unipolares monofásicos de **Al** con un aislamiento termoestable, instalada **bajo tubo empotrado**. Sección de **16 mm²** a una temperatura ambiente de **30°C**.

La tabla a utilizar será la **TABLA 2b** ya que se trata de una instalación al aire y la **TABLA 3** al ser una temperatura diferente a 40°C, donde seguiremos los pasos siguientes:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

Conductores unipolares bajo tubo empotrado.

El método de instalación es el: **B1**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al trata de una línea monofásica con aislamiento termoestable, se considera XLPE o EPR.

La configuración es: **2XLPE**

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada

La **TABLA 2b** para Aluminio en su columna 10b (**2XLPE**) indica:

La intensidad máxima admisible: **70 A**

4º Paso: En este caso es preciso aplicar un factor de corrección.

Al ser la temperatura ambiente diferente a 40°C, es preciso aplicar el factor de corrección indicado en la **TABLA 3**.

El factor de corrección es: **1,10**

$$I_{b1} = I_b \cdot F_c = 70 \text{ A} \cdot 1,10 = 77 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para una sección de 16 mm² de Al es 77 A.

TABLA 5a. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). COBRE

Método de instalación		Sección	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
			2PVC	3PVC	2XLPE	3XLPE
D1/D2	Cobre (Enterrado)	1,5 mm ²	20	17	24	21
		2,5 mm ²	27	22	32	27
		4 mm ²	36	29	42	35
		6 mm ²	44	37	53	44
		10 mm ²	59	49	70	58
		16 mm ²	76	63	91	75
		25 mm ²	98	81	116	96
		35 mm ²	118	97	140	117
		50 mm ²	140	115	166	138
		70 mm ²	173	143	204	170
		95 mm ²	205	170	241	202
		120 mm ²	233	192	275	230
		150 mm ²	264	218	311	260
		185 mm ²	296	245	348	291
		240 mm ²	342	282	402	336
		300 mm ²	387	319	455	380

Temperatura en el terreno 25°C.

Resistividad térmica del terreno 2,5 K·m/W.

Profundidad 0,70 metros.

(Tabla C.52.2 Bis.)

TABLA 5b. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A). ALUMINIO

Método de instalación		Sección	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
			2PVC	3PVC	2XLPE	3XLPE
D1/D2	Aluminio (Enterrado)	2,5 mm ²	20	17,5	24	21
		4 mm ²	27	22	32	27
		6 mm ²	34	28	40	34
		10 mm ²	45	38	53	45
		16 mm ²	58	49	70	58
		25 mm ²	76	62	89	74
		35 mm ²	91	76	107	90
		50 mm ²	107	89	126	107
		70 mm ²	133	111	156	132
		95 mm ²	157	131	185	157
		120 mm ²	179	149	211	178
		150 mm ²	202	169	239	201
		185 mm ²	228	190	267	226
		240 mm ²	263	218	309	261
		300 mm ²	297	247	349	295

Temperatura en el terreno 25°C.

Resistividad térmica del terreno 2,5 K·m/W.

Profundidad 0,70 metros.

(Tabla C.52.2 Bis.)

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA INSTALACIONES ENTERRADAS

Para condiciones de la instalación distintas a las especificadas en la **TABLA 5a** y **TABLA 5b**; es decir para

Temperatura del terreno distinta de **25 °C**, o la resistividad del terreno diferente de **2,5 K·m/W**, o para resistividad térmica en función del terreno y humedad, o si hay **más de un circuito** dentro de la misma zanja.

Se utilizarán las tablas con los factores de corrección expresados a continuación:

TABLA 6. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DISTINTAS DE 25°C (Tabla B.52.15 Bis.)

Aislamiento	Temperatura del terreno (°C)						
	10	15	20	30	35	40	45
PVC	1,16	1,11	1,06	0,94	0,88	0,81	0,75
XLPE o EPR	1,11	1,08	1,05	0,97	0,93	0,86	0,83

Aislamiento	Temperatura del terreno (°C)						
	50	55	60	65	70	75	80
PVC	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
XLPE o EPR	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39

TABLA 7. TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m/W
(Tabla B.52.16)

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90
NOTA 1 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60.287.							

TABLA 8. RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA Y HUMEDAD

Resistividad térmica	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,50 K·m/W	Muy húmedo
0,70 K·m/W	Húmedo
1,00 K·m/W	Seco
1,50 K·m/W	Arenoso muy seco
2,00 K·m/W	De piedra arenisca
2,50 K·m/W	De piedra caliza
3,00 K·m/W	De piedra granítica

TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1 (Tabla B.52.19)

A) Cables multipolares en conductos individuales				
Número de cables	Distancia entre cables			
	Cables en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

Cables multipolares



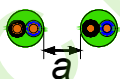
TABLA 9. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS – MÉTODO D1 (Tabla B.52.19)

B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos				
Número de cables	Distancia entre conductores			
	Cables en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,68	0,82
18	0,31	0,49	0,68	0,82
19	0,30	0,48	0,67	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81
Cables unipolares 				

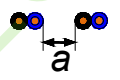
TABLA 10. FACTORES DE REDUCCIÓN PARA MÁS DE UN CIRCUITO, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS - MÉTODO D2 (Tabla B.52.18)

Número de circuitos	Distancia entre cables				
	Cables en contacto	Un diámetro del cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

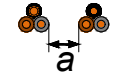
Cables multipolares



Cables unipolares







NOTA 1 Los valores indicados se aplican para una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los cables y los tipos de las tablas B.52.2 a B.52.5. Los valores medios, redondeados, pueden comportar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden calcularse por los métodos de la Norma IEC 60.287-2-1).
 NOTA 2 En caso de una resistividad térmica menor que 2,5 K·m/W los factores de corrección en general se pueden incrementar y se pueden calcular con los métodos indicados en la Norma IEC 60.287-2-1.
 NOTA 3 Si un circuito consta de m conductores paralelos por fase, para determinar el factor de reducción, este circuito debería considerarse como m circuitos.

Ejemplo de aplicación 9:

Hallar la intensidad máxima admisible de una manguera trifásica de **Cu** con aislamiento **XLPE**, instalada **bajo tubo** a una profundidad de **0,8 metros** de una sección de **25 mm²** a una temperatura del terreno de **25°C** y una resistividad de **2,5 K·m/W**.

Al tratarse de una instalación enterrada y el conductor de cobre, la tabla a utilizar será la TABLA 5a.

1º Paso: Conocer el método de instalación.

El conductor se ha instalado enterrado bajo tubo.

El método de instalación es el: **D1**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al tratarse de una línea trifásica con aislamiento XLPE la configuración es: **3XLPE**.

3º Paso: Buscar en la tabla la intensidad máxima soportada.

La **TABLA 5a** para Cobre en su columna 3XLPE indica:

Intensidad máxima admisible: **96 A**

4º Paso: En caso de ser preciso aplicar cualquier factor de corrección de los indicados en:

TABLA 6 - Temperatura ambiente diferente a **25°C**

TABLA 7 - Resistividad del terreno diferente de **2,5 K·m/W**

TABLA 9 - Agrupamiento de varios conductores bajo tubo

TABLA 10 - Agrupamiento de varios conductores directamente enterrados

Para este ejemplo no es necesario aplicar ningún factor.

La intensidad máxima admisible para una sección de 25 mm² de Cu es 96 A

Ejemplo de aplicación 10:

Hallar la intensidad máxima admisible que soporta una manguera monofásica de **Cu** con aislamiento **EPR**, instalada **directamente enterrada** para una intensidad de **50 A**, temperatura del terreno de **25°C** y una resistividad de **1 K·m/W**.

La tabla a utilizar será la **TABLA 5a** y **TABLA 7** ya que se trata de una instalación enterrada con las condiciones de la tabla:

1º Paso: Conocer el método de instalación.

El conductor se ha instalado directamente enterrado el método de instalación es el: **D2**

2º Paso: Conocer el tipo de aislamiento y de suministro del conductor:

Al tratarse de una línea monofásica con aislamiento EPR la configuración es: **2XLPE**

3º Paso: Aplicar el factor de corrección correspondiente:

TABLA 7 - Resistividad del terreno diferente de 2,5 K·m/W:

Factor de corrección: **1,5**

$$I_{b1} = \frac{I_b}{F_c} = \frac{50 \text{ A}}{1,5} = 33,3 \text{ A}$$

4º Paso: Buscar en la tabla la sección correspondiente:

La **TABLA 5a** para Cobre en su columna 2XLPE indica:

La sección correspondiente es: **4 mm²**

La sección es 4 mm², que soporta una intensidad de 50 A con una resistividad del terreno de 1 K·m/W.

CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión es el efecto que se produce debido a la resistencia que ofrece el conductor al transportar la corriente eléctrica, este efecto provoca una pérdida de potencia, y por tanto la tensión que llega al receptor es menor que la tensión en su origen, esto conlleva un aumento de la intensidad consumida e incluso que los receptores no funcionen correctamente.

Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el REBT para cada caso, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de gran longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Para conocer los valores máximos de caída de tensión en las diferentes partes de la instalación, utilizamos la **TABLA 11** Aquí encontraremos los valores admitidos, tanto para en la instalación de enlace como para la instalación interior.

Mediante las fórmulas se puede conocer la sección mínima para garantizar que la caída de tensión no sobrepase los valores de tensión fijada por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Tras determinar la sección mínima que garantice la caída de tensión y la sección para transportar la intensidad de cálculo, estos dos valores se compararán, eligiendo el valor más desfavorable (el de mayor sección).

TABLA 11. DISTRIBUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

DISTRIBUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA SEGÚN EL R.E.B.T.						
FORMA DE INSTALACIÓN DE LOS CONTADORES (ITC-12)	INSTALACIÓN DE ENLACE (ITC-12 a 15)		INSTALACIÓN INTERIOR (ITC-19) (ITC-52)			
	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (L.G.A.) (ITC-14)	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (D.I.) (ITC-15)	VIVIENDAS		NO VIVIENDAS (1)	
			OTROS USOS	IRVE (3)	ALUM- BRADO	OTROS USOS
PARA UN SOLO USUARIO	No existe L.G.A.	1,5 %	3 %	5 %	3 %	5 %
PARA DOS USUARIOS ALIMENTADOS DESDE EL MISMO LUGAR						
CONTADORES TOTALMENTE CENTRALIZADOS	0,5 %	1 %				
CONTADORES CENTRALIZADOS EN MÁS DE UN LUGAR	1 %	0,5 %				
TOTAL EN EL CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN	1,5 %		4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %
INSTALACIONES INDUSTRIALES ALIMENTADAS DIRECTAMENTE EN AT. MEDIANTE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN AT/BT PROPIO (2)			-----		4,5 %	6,5 %

(1) Se entiende como "NO VIVIENDA" cualquier local, oficina, industria, etc.
(En general todo aquel con uso distinto a vivienda)

(2) Se considera que la instalación interior (BT) tiene su origen en la salida del transformador.

(3) (IRVE) Infraestructura para la Recarga de Vehículos Eléctricos.

TABLA 12. CÁLCULO DIRECTO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE EN VOLTIOS Y % DE ACUERDO AL REBT

MONOFÁSICO 230V						TRIFÁSICO 400V					
%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V
6,5	14,95	4,5	10,35	2,4	5,52	6,5	26	4,5	18	2,4	9,6
6,4	14,72	4,4	10,12	2,3	5,29	6,4	25,6	4,4	17,6	2,3	9,2
6,3	14,49	4,3	9,89	2,2	5,06	6,3	25,2	4,3	17,2	2,2	8,8
6,2	14,26	4,2	9,66	2,1	4,83	6,2	24,8	4,2	16,8	2,1	8,4
6,1	14,03	4,1	9,43	2	4,6	6,1	24,4	4,1	16,4	2	8
6	13,8	4	9,2	1,9	4,37	6	24	4	16	1,9	7,6
5,9	13,57	3,9	8,97	1,8	4,14	5,9	23,6	3,9	15,6	1,8	7,2
5,8	13,34	3,8	8,74	1,7	3,91	5,8	23,2	3,8	15,2	1,7	6,8
5,7	13,11	3,7	8,51	1,6	3,68	5,7	22,8	3,7	14,8	1,6	6,4
5,6	12,88	3,6	8,28	1,5	3,45	5,6	22,4	3,6	14,4	1,5	6
5,5	12,65	3,4	7,82	1,4	3,22	5,5	22	3,4	13,6	1,4	5,6
5,4	12,42	3,3	7,59	1,3	2,99	5,4	21,6	3,3	13,2	1,3	5,2
5,3	12,19	3,2	7,36	1,2	2,76	5,3	21,2	3,2	12,8	1,2	4,8
5,2	11,96	3,1	7,13	1,1	2,53	5,2	20,8	3,1	12,4	1,1	4,4
5,1	11,73	3	6,9	1	2,3	5,1	20,4	3	12	1	4
5	11,5	2,9	6,67	0,9	2,07	5	20	2,9	11,6	0,9	3,6
4,9	11,27	2,8	6,44	0,8	1,84	4,9	19,6	2,8	11,2	0,8	3,2
4,8	11,04	2,7	6,21	0,7	1,61	4,8	19,2	2,7	10,8	0,7	2,8
4,7	10,81	2,6	5,98	0,6	1,38	4,7	18,8	2,6	10,4	0,6	2,4
4,6	10,58	2,5	5,75	0,5	1,15	4,6	18,4	2,5	10	0,5	2

TABLA 13. FÓRMULAS PARA CALCULAR LA SECCIÓN

Conocida la	Monofásica	Trifásica
Potencia	$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$	$S = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$
Intensidad	$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e}$	$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot e}$

LEYENDA:

S = Sección de los conductores en mm². P = Potencia que se transporta, en vatios.

L = Longitud de la línea, en metros. e = Caída de tensión, en voltios.

C = Conductividad, (m/Ω·mm²). U = Tensión, en voltios

Para tomar el valor de la conductividad (C) se tendrá en cuenta el tipo de material y la temperatura máxima de servicio.

TEMPERATURA (en °C)		70°	90°
TIPO DE AISLAMIENTO		PVC	XLPE ó EPR
MATERIAL	Cobre	48	44
	Aluminio	30	28

Para el caso de **derivaciones individuales** los cables serán no propagadores del incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida, según UNE 211002 para conductores de 450/750 V (ES07Z1-K, H07Z1-K) y según UNE 21123-4 (RZ1-K), o UNE 21123-5 (DZ1-K) para 0,6/1 kV.

Factor de potencia

(Cos φ a considerar en ausencia de datos a efectos del cálculo de sección)

Cos φ = 1 Acumuladores para tarifa nocturna o lámparas incandescentes (circuitos resistivos)

Cos φ = 0,7 a 0,9 Para motores.

Cos φ = 0,85 Para lámparas fluorescentes con condensador (compensadas)

Cos φ = 0,8 Para lámparas de descarga (de sodio y vapor de mercurio)

Cos φ = 0,3 a 0,6 Para lámparas fluorescentes sin condensador (sin compensar)

Factores de corrección

(aplicables a receptores, a efectos del cálculo de sección)

Motores solos (ITC 47.3) Potencia x **1,25**

Varios Motores (ITC 47.3) Potencia x **1,25** (Sólo el de mayor potencia)

Motores de elevación y transporte (ITC 47.6) Potencia x **1,3** (Todos los motores)

Lámparas de descarga (ITC 09.3), (ITC 44.3) Potencia x **1,8**

Ejemplo de aplicación 11:

Hallar la sección de una línea general de alimentación (**LGA**), cuya previsión de potencias es **130.500 W (189 A)**. El conductor está formado por cables unipolares de **Cu 0,6/1 kV**, será **RZ1-K**, instalados en el interior de **tubo empotrado en obra**, a temperatura ambiente de **40°C** y de longitud de **20 metros**, los contadores están totalmente centralizados y la tensión de alimentación es de **400/230 V**.

Se utilizará la **TABLA 11** y las fórmulas para el cálculo de la sección:

1º Paso: Aplicar el criterio de Intensidad máxima admisible.

La sección correspondiente a 189 A será **70 mm²**

2º Paso: Obtener el valor de la caída de tensión.

Para Contadores totalmente centralizados le corresponde una caída de tensión del **0,5 %**

En la **TABLA 12** encontraremos el valor en voltios: **2 V**

3º Paso: Obtener el valor de la conductividad.

Se debe considerar la conductividad para una temperatura máxima de trabajo de 90°C en Cobre (pág. 5): **44**

4º Paso: Cálculo de la sección por caída de tensión máxima permitida.

$$S = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot U} = \frac{20 \text{ m} \cdot 130.500 \text{ W}}{44 \cdot 2 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 74,14 \text{ mm}^2 \rightarrow 95 \text{ mm}^2$$

5º Paso: Comparar entre los dos criterios.

La sección correspondiente a la Intensidad admisible es: **95 mm²**

La sección correspondiente a la caída de tensión es: **95 mm²**

La sección correcta será 95 mm² que cumple los 2 criterios.

Ejemplo de aplicación 12:

Hallar la sección de un conductor que alimentará una estación de recarga para un vehículo eléctrico (IRVE), cuya previsión de potencia es **3.680 W (16 A)**. El conductor a instalar tendrá cables unipolares de **Cu** con aislamiento de **PVC**, instalados en el interior de **tubo empotrado en obra**, a temperatura ambiente de **40°C** y longitud de **45 metros**, la instalación de los contadores es totalmente centralizada y su tensión de alimentación es de **230 V**.

Se utilizará la **TABLA 11** y las fórmulas para el cálculo de la sección:

1º Paso: Aplicar el criterio de Intensidad máxima admisible.

Sección correspondiente a **16 A**: **2,5 mm²**

2º Paso: Obtener el valor de la caída de tensión.

Cdt: Infraestructura para la recarga de vehículos electricos (IRVE): **5 %**

Mediante la **TABLA 12** conocemos el valor en voltios: **11,5 V**

3º Paso: Obtener el valor de la conductividad.

Se debe considerar la conductividad para una temperatura máxima de trabajo de **70°C** en Cobre (pág. 5): **48**

4º Paso: Cálculo de la sección por caída de tensión máxima permitida.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 45 \text{ m} \cdot 3.680 \text{ W}}{48 \cdot 11,5 \text{ V} \cdot 230 \text{ V}} = 2,6 \text{ mm}^2 \rightarrow 4 \text{ mm}^2$$

5º Paso: Comparar entre los dos criterios.

La sección correspondiente a la Intensidad admisible es: **2,5 mm²**

La sección correspondiente a la caída de tensión es: **4 mm²**

La sección instalada será 4 mm², que cumple los 2 criterios.

CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

La temperatura que puede alcanzar el conductor, como consecuencia de un cortocircuito de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160 °C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250 °C para cables con aislamientos termoestables.

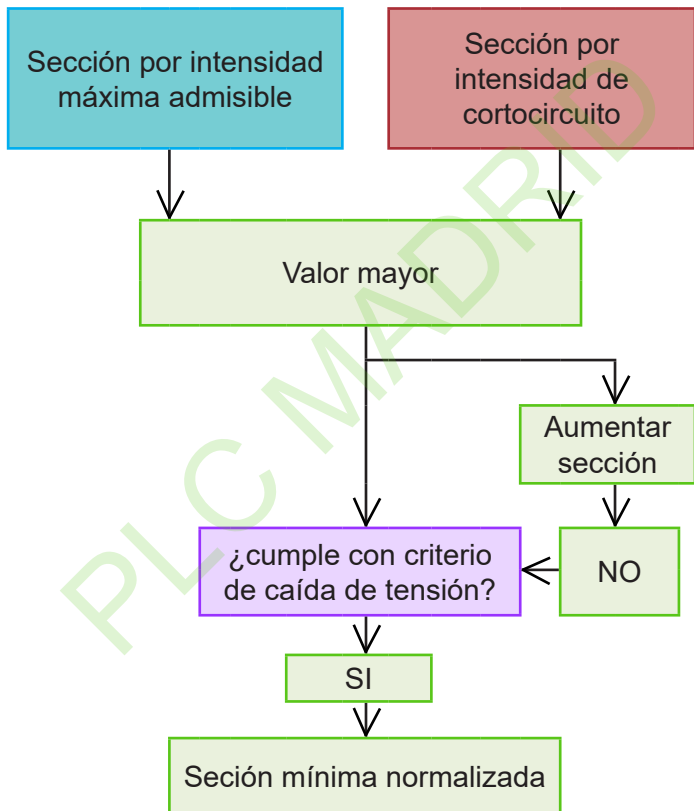
Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de este.

En este apartado se presentarán las fórmulas aplicables para el cálculo de las intensidades de cortocircuito, así como algunos ejemplos de aplicación.

Todo el planteamiento teórico que se expone a continuación es aplicable independientemente del tipo del material conductor (cobre o aluminio).

La mayoría de los ejemplos se centran en los cálculos de caídas de tensión en instalaciones interiores, aunque la teoría es también aplicable a instalaciones de enlace.

SECCIÓN MÍNIMA APLICANDO LOS 3 CRITERIOS



**TABLA 14. VALORES PARA LA CONSTANTE K:
PARA UN CONDUCTOR ACTIVO**

	Aislamiento del conductor							
	PVC 70°C ≤300 mm²	PVC 70°C >300 mm²	PVC 90°C ≤300 mm²	PVC 90°C >300 mm²	XLPE EPR	Caucho 60°C	Mineral	
							Con PVC	Desnudo
Temperatura inicial C°	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final C°	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor Cobre	115	103	100	86	143	141	115*	135
Material del conductor Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para los conductores de Cobre	115	-	-	-	-	-	-	-
* Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto.								

Sección mínima de los conductores para soportar un cortocircuito:

Las líneas eléctricas deben soportar corrientes de cortocircuito de corta duración hasta que actúen los elementos de protección. Un valor elevado de ésta tiene 2 efectos:

- Aumento del calor producido
- Aumento del campo magnético

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t}}$$

S = Sección del conductor

K = Constante del conductor

t = Duración del cortocircuito (Segundos) = 5 s

CÁLCULOS DE SECCIÓN / COORDINACIÓN CON EL I. AUTOMÁTICO

Fórmula	Legenda	Fórmula
Sobrecargas		Monofásico
Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección $I_b \leq I_n \leq I_z$	I_b = Intensidad de diseño	$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$
	U = Tensión de fase	Trifásico
		$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
	I_n = Intensidad nominal del dispositivo de protección	Ver Manual Protecciones eléctricas
	I_z = Intensidad máxima admisible por el conductor	Ver tablas 2 ó 5 Intensidad máxima admisible
Cortocircuito	I_2 = Intensidad que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección	$I_2 = 1,45 I_n$
$I_2 \leq 1,45 I_z$		
$I_m \leq I_{cc \min}$	I_m = Intensidad mínima de disparo magnetotérmico	$I_{cc \min} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$
	$I_{cc \min}$ = Intensidad de cortocircuito mínimo	Resistividad temp. máxima
$I_{cn} \geq I_{cc \max}$	I_{cn} = Intensidad máxima que puede cortar la protección	$I_{cc \max} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$
	$I_{cc \max}$ = Intensidad de cortocircuito máximo	Resistividad temp. 20°
$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t}}$	$I_{cc} (I_s)$ = Intensidad de cortocircuito máxima permitida por el conductor	Ver tabla 14 para hallar K
$L_{\max} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_f}{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot \rho}$	$L_{\max}$ = Longitud máxima que garantiza el disparo de la protección	Resistividad Cobre $\rho_{Cu20^\circ} = 0,018 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu70^\circ} = 0,021 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu90^\circ} = 0,023 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
R_{DI} = Res. Derivación individual R_{LGA} = Res. Línea General Alimentación R_{CI} = Res. Circuito interior		

CÁLCULOS DE SECCIÓN / COORDINACIÓN CON EL FUSIBLE

Fórmula	Legenda	Fórmula
Sobrecargas		Monofásico
Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección $I_b \leq I_n \leq I_z$	I_b = Intensidad de diseño	$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$
	U = Tensión de fase	Trifásico
		$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$
	I_n = Intensidad nominal del dispositivo de protección	Ver Manual Protecciones eléctricas
	I_z = Intensidad máxima admisible por el conductor	Ver tablas 2 ó 5 Intensidad máxima admisible
Cortocircuito	I_f = Intensidad que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección	Ver Manual Protecciones eléctricas
$I_f \leq 1,45 I_z$		
$I_{nf} \leq I_{cc\min}$	I_{nf} = Intensidad mínima de disparo del fusible	$I_{cc\min} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$
	$I_{cc\min}$ = Intensidad de cortocircuito mínimo	Resistividad temp. máxima
$I_{cn} \geq I_{cc\max}$	I_{cn} = Intensidad máxima que puede cortar la protección	$I_{cc\max} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$
	$I_{cc\max}$ = Intensidad de cortocircuito máximo	Resistividad temp. 20°
$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t}}$	$I_{cc} (I_s)$ = Intensidad de cortocircuito máxima permitida por el conductor	Ver tabla 14 para hallar K
$L_{\max} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S_f}{\sqrt{3} \cdot I_f \cdot \rho}$	$L_{\max}$ = Longitud máxima que garantiza el disparo de la protección	Resistividad Cobre $\rho_{Cu20^\circ} = 0,018 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu70^\circ} = 0,021 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ $\rho_{Cu90^\circ} = 0,023 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
R_{DI} =Res. Derivación individual R_{LGA} =Res. Línea General Alimentación R_{CI} =Res. Circuito interior		

Ejemplo de aplicación 13:

Una lavadora que consume 12 A, se pretende conocer la protección magnetotérmica y el comportamiento frente a los cortocircuitos. Ésta alimentada con un conductor de 2,5 mm² de sección que soporta una intensidad máxima de 18 A y tiene una longitud de 23 metros:

- Datos DI: 16 mm²; longitud 20 metros
- Datos LGA: 70 mm²; longitud 7 metros

1º Paso: Cumplir con el criterio de sobrecargas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$12 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 18 \text{ A}$$

La protección ante sobrecargas esta cubierta, la intensidad de cálculo ($I_b=12 \text{ A}$) es inferior a la intensidad nominal de la protección ($I_n=16 \text{ A}$) y esta a su vez menor que la intensidad máxima admisible del cable ($I_z=18 \text{ A}$).

La intensidad nominal del dispositivo de protección para cumplir con este criterio será de 16 A.

2º Paso: Cumplir con los criterios de cortocircuito.

2.1 Intensidad para garantizar el disparo.

$$I_2 = 1,45 I_n$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 16 \text{ A} = 23,2 \text{ A}$$

$$1,45 I_z$$

$$1,45 \cdot 18 \text{ A} = 26,1 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

$$23,2 \text{ A} \leq 26,1 \text{ A}$$

El primer criterio esta cubierto al ser I_2 (23,2 A) menor que 1,45 veces la intensidad máxima admisible del conductor (26,1 A).

2.2 Intensidad de disparo mínima del interruptor magnetotérmico.

$$I_m \leq I_{cc_{min}}$$

El magnetotérmico elegido es de tipo “C” por lo tanto su curva de disparo actúa a un valor de 10 veces su intensidad nominal.
(Ver Tabla Curvas de disparo magnético)

$$I_m = 10 \cdot 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$$

$$I_{CCmin} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA} + 2R_{CI}}$$

Para calcular los valores resistivos máximos de los conductores y hallar la Intensidad de cortocircuito mínimo se optará por la temperatura máxima admisible del conductor, 70° (Z1) para la derivación individual (DI), 90° (XLPE) para la línea general de alimentación (LGA) y 70° (PVC) para el receptor más lejano (CI).

$$R_{DI}^{70^\circ} = \frac{0,021 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 20 \text{ m}}{16 \text{ mm}^2} = 0,02625 \Omega$$

$$R_{LGA}^{90^\circ} = \frac{0,023 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 7 \text{ m}}{70 \text{ mm}^2} = 0,0023 \Omega$$

$$R_{CI}^{70^\circ} = \frac{0,021 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 23 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,1932 \Omega$$

$$I_{CCmin} = \frac{0,8 \cdot 230 \text{ V}}{2 \cdot 0,02625 \Omega + 2 \cdot 0,0023 \Omega + 2 \cdot 0,1932 \Omega} = 414,88 \text{ A}$$

$$I_m \leq I_{cc_{min}}$$

$$160 \text{ A} \leq 414,88 \text{ A}$$

Se cumple con este criterio al ser menor la intensidad mínima de disparo del interruptor ($I_m = 160 \text{ A}$) que la intensidad mínima de cortocircuito ($I_{cc_{min}} = 414,88 \text{ A}$)

2.3 Poder de corte del interruptor magnetotérmico.

$$I_{cn} \geq I_{cc_{max}}$$

$$I_{cc_{max}} = \frac{0,8 \cdot U}{2R_{DI} + 2R_{LGA}}$$

Para calcular la resistencia del conductor y hallar la intensidad de cortocircuito máximo, se utilizarán los valores resistivos mínimos, utilizando la temperatura de los conductores a 20°.

$$R_{DI}^{20^\circ} = \frac{0,018 \, \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 20 \, \text{m}}{16 \, \text{mm}^2} = 0,0225 \, \Omega$$

$$R_{LGA}^{20^\circ} = \frac{0,018 \, \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 7 \, \text{m}}{70 \, \text{mm}^2} = 0,0018 \, \Omega$$

$$I_{cc_{max}} = \frac{0,8 \cdot 230 \, \text{V}}{2 \cdot 0,0225 \, \Omega + 2 \cdot 0,0018 \, \Omega} = 3.369,96 \, \text{A}$$

Para cumplir con el criterio de intensidad de cortocircuito máximo, el poder de corte del interruptor magnetotérmico debe ser de 4.500 A.

$$I_{cn} \geq I_{cc_{max}}$$

$$4.500 \, \text{A} \geq 3.369,96 \, \text{A}$$

Este criterio está cubierto al ser mayor el poder de corte del interruptor ($I_{cn} = 4.500 \, \text{A}$) que la intensidad máxima de cortocircuito ($I_{cc_{max}} = 3.369,96 \, \text{A}$)

El magnetotérmico seleccionado es de 16 A tipo C y con un poder de corte de 4.500 A

DESIGNACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

DESIGNACIÓN NORMALIZADA PARA CABLES DE TENSIÓN ASIGNADA Uo/U.- 450/750 V CONFORME A UNE 21.031 UNE 21.027 UNE 211.002			
N	DESCRIP.	CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	Estado de armonización	H ES O ES-N A	Cable tipo armonizado Cable tipo nacional Cable tipo nacional autorizado por CENELEC
2	Tensión asignada	01 03 05 07	Uo/U.- 100/100 V Uo/U.- 300/300 V Uo/U.- 300/500 V Uo/U.- 450/750 V
3	Tipo de aislamiento	V V2 V3 V4 B G N2 R S Z Z1	Policloruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90°C) Mezcla de PVC (servicio a baja temperatura) PVC reticulado Goma de etileno propileno Etileno-acetato de vinilo Mezcla de policloropreno Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos Mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
4	Cubierta	V V2 V4 V5 B G N N4 N8 Q J R S Z	Policloruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90°C) PVC reticulado Mezcla de PVC (resistente al aceite) Goma de etileno propileno Etileno-acetato de vinilo Policloropreno Polietileno clorosulfurado Policloropreno resistente al agua Poliuretano Trenaza de fibra de vidrio Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
5	Forma del conductor (separado por un guión)	-U -R -F -H -K -D -E	Rígido circular de un solo alambre (clase 1) Rígido circular de varios alambres (clase 2) Flexible para servicios móviles (clase 5) Extraflexible (clase 6) Flexible para instalación fija (clase 5) Flexible para utilizar en máquinas de soldar Muy flexible para utilizar en máquinas de soldar
6	Número de conductores y sección	N X G mm²	Número de conductores (1, 2, 3, ..., n) "X" si no existe conductor amarillo / verde (conductor de protección) "G" si existe conductor amarillo / verde (conductor de protección) Sección nominal
7	Resistencia al fuego	AS AS+	No propagador de la llama, ni incendios, con baja emisión de humos, libre de halógenos + corrosividad de gases Además de cumplir AS debe ser resistente al fuego

REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCION (CPR)

DESIGNACIÓN NORMALIZADA PARA CABLES POR EL REGLAMENTO (UE) N° 305/2011 CONFORME A UNE-EN 60.332-1-2, UNE-EN 61.034-2, UNE EN 60.754-2 y UNE-EN 50.399

N	DESCRIP.	CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	Reacción y resistencia al fuego	A _{ca} B1 _{ca} B2 _{ca} C _{ca} D _{ca} E _{ca} F _{ca}	No contribuye al incendio (EN ISO 1.716) Contribución mínima al incendio (UNE-EN 60.332-1-2) Contribución mínima al incendio (UNE-EN 60.332-1-2) No propagador de la llama (UNE-EN 60.332-1-2) No propagador de la llama (UNE-EN 60.332-1-2) No propagador de la llama (UNE-EN 60.332-1-2) Cables sin determinación de comprobación
2	Producción de humo	s1a s1b s2 s3	Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia de humos superior al 80% (UNE-EN 61.034-2) Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia de humos inferior al 80% y superior al 60% (UNE-EN 61.034-2) Valores intermedios de producción y propagación de humo Cables sin determinación de comprobación
3	Partículas Inflamadas	d0 d1 d2	Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante 1200 s (UNE-EN 50.399) Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante más de 10 s (UNE-EN 50.399) Cables sin determinación de comprobación
4	Acidez	a1 a2 a3	Baja acidez (UNE EN 60.754-2 > conductividad < 2,5μS/mm y pH > 4,3) Baja acidez (UNE EN 60.754-2 > conductividad < 10μS/mm y pH > 4,3) Cables sin determinación de comprobación

EJEMPLOS DE CABLES NORMALIZADOS

H 05 VV-F 5 G 4 mm ²					
H	05	VV	-F	5 G	4 mm ²
Cable tipo armonizado	Tensión nominal de aislamiento U ₀ -300/500 V	Aislamiento y cubierta PVC	Cable flexible para servicios móviles (Clase 5)	5 Conductores Amarillo / verde Marrón Negro Gris Azul	Sección 4 mm ²



ES 06/1 Z1-K 3 G 16 mm ²					
ES	06/1	Z1	-K	3 G	16 mm ²
Cable tipo nacional	Tensión nominal de aislamiento U ₀ -0,6/1 kV	Mezcla termoplástica de Poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos	Cable flexible para instalación fija (Clase 5)	3 Conductores Amarillo / verde Negro Azul	Sección 16 mm ²



ES 06/1 SZ1-K 2 x 25 mm ²					
ES	06/1	SZ1	-K	2 x	25 mm ²
Cable tipo nacional	Tensión nominal de aislamiento U ₀ -0,6/1 kV	Goma de silicona y Mezcla termoplástica de Poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos	Cable flexible para instalación fija (Clase 5)	3 Conductores Negro Azul	Sección 25 mm ²



EJEMPLOS DE CABLES NORMALIZADOS (CPR)

Para los cables **A_{ca}**, **E_{ca}** ó **F_{ca}** solo se indicará el primer código.

E _{ca}			
E _{ca}			
Cables no propagadores de la llama	Cables sin determinación de comprobación	Cables sin determinación de comprobación	Cables sin determinación de comprobación



Para los cables **B1_{ca}**, **B2_{ca}**, **C_{ca}** ó **D_{ca}**, se indicarán los 4 códigos.

C _{ca} - s1b, d1, a1			
C _{ca}	- s1b	d1	a1
Cables no propagadores de la llama	Escasa producción y lenta propagación de humo y transparencia entre el 60% y 80%	Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante 10 s	Baja acidez



INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR	
14	Instalaciones de enlace	Línea general de alimentación	RZ1-K (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1	
15		Derivación individual	H07Z1-K (AS)		
			RZ1-K (AS)		
16		Centralizacion de contadores	ES07Z-R (AS)		
			H07Z1-R (AS)		
20	Instalaciones interiores o receptoras	Bajo tubo	450/750 V	H07V-K	E_{ca}
			0,6/1 kV	H07Z1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
				RV-K	E_{ca}
				RZ1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
		Sobre las paredes		RV-K	E_{ca}
		Empotrado estructura		RZ1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
				RV-K	E_{ca}
		Huecos construcción		RZ1-K (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
				tubo ó canal	H07V-K
		directo		H07Z1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
				RZ1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
		Canal apertura herramienta		H07V-K	E_{ca}
				H07Z1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
		Canal apertura sin herramienta		H07Z1-K(AS)	E_{ca}
				H07ZZ-F (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
		Bajo molduras		H07V-K	E_{ca}
				H07Z1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
		En bandeja		RV-K	E_{ca}
				RZ1-K (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1

INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR
26	Instalaciones en viviendas, oficinas y locales	General	H07V-U; H07V-K	E_{ca}
			H07Z1-K(AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
27		Locales con bañera o ducha	H07V-U; H07V-K	E_{ca}
			H05VV-F	
			H07ZZ-F (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1
28	Instalaciones especiales	Locales de pública concurrencia	General	C_{ca} -s1b, d1, a1
			H07Z1-K(AS)	
			RZ1-K(AS)	
			Servicios móviles	
		Locales con riesgo de incendio o explosión	Circuitos de servicios de seguridad	E_{ca}
			Alimentación de equipos portátiles	
			H07RN-F	
			H07ZZ-F (AS)	
29			Instalación fija bajo tubo	C_{ca} -s1b, d1, a1
			Cables con protección mecánica	
			RZ1MZ1-K (AS)	

INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR	
30	Local húmedo	bajo tubo	H07V-K	E _{ca}	
			H07Z1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
		canal aislante	H05VV-F	E _{ca}	
			H07ZZ-F (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
		sin tubo protector	RVMV-K	E _{ca}	
			RZ1MZ1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
		Local mojado	bajo tubo	H07V-K	E _{ca}
				H07Z1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
			canal aislante	RV-K	E _{ca}
				RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1
	H07RN-F			E _{ca}	
	Locales a temperatura elevada		Consultar al fabricante	E _{ca}	
	Locales a temperatura baja				
	31	Piscinas	bajo tubo	H07V-K	E _{ca}
H07Z1-K (AS)				C _{ca} -s1b, d1, a1	
canal aislante			RV-K	E _{ca}	
			RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
			H07RN-F	E _{ca}	
Fuentes		bajo tubo	H07V-K	E _{ca}	
			H07Z1-K (AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
		canal aislante	RV-K	E _{ca}	
			RZ1-K(AS)	C _{ca} -s1b, d1, a1	
			H07RN-F	E _{ca}	

INSTRUCCIONES AFECTADAS POR EL CPR

ITC	TIPO DE INSTALACION		REBT	CPR	
32	Instalaciones especiales	Máquinas elevación y transporte	General	Consultar al fabricante	
			Servicios móviles al exterior	H07RN-F	E _{ca}
33		Provisionales y temporales de obras	Acometidas y exteriores	H07RN-F DN-F	E _{ca}
			Interiores	H05VV-F H07RN-F	E _{ca}
34		Ferias y stands	Interiores	H05VV-F H05Z1Z1-F H07RN-F	C _{ca} -s1b, d1, a1
			Exteriores	H07RN-F	E _{ca}
			Alumbrados festivos	H03RN-F H05RN-F H07RNH2-F H03VH7-H	E _{ca}
41		Parques de caravanas	Dispositivos de conexión	H07RN-F	E _{ca}
		Caravanas		H07V-K H07V-R H05RN-F	E _{ca}
42		Puertos y marinas barcos de recreo	Contacto con agua	H07RN8-F	E _{ca}
			Conexión a barcos	H07RN-F	E _{ca}
44		Receptores para alumbrado	Suspendidos	se recomienda consultar con un fabricante	
			Cableado interno	cables 300/300 V	
			Rótulos luminosos	cables según UNE-EN 50.143	
49		Muebles		H05VV-F H05RR-F	E _{ca}



Mucho más que
un reglamento



plcmadrid.es/rebt

ACTUALIZADO SEGÚN

RD 1053/2014 ITC-BT 52 Y GUIA-ITC-BT 52 (IRVE)



UNE-HD 60.364-5-52 (Sección de los conductores)



CPR (Reacción al fuego de los cables eléctricos)



RD 244/2019 (Autoconsumo)



“EL MEJOR REGLAMENTO DEL MERCADO”

PLC MADRID

El portal del instalador electricista

Servicio de Gestión al instalador



Ofrecemos el mejor servicio integral para el instalador electricista.

sgi@plcmadrid.es



Librería electrotécnica



Librería especializada para estudiantes y profesionales de la electricidad.

info@libreriaplcmadrid.es



SOFIA



Software para la realización de certificados de instalaciones eléctricas.

sofia@plcmadrid.es



La tienda del instalador electricista



Tu tienda on-line.

www.elinstaladorelectricista.es



Cursos especialmente pensados para el profesional de la electricidad
Grupos reducidos - Horarios flexibles: Mañanas, tardes, noches, fines de semana
servicio de asesoramiento técnico a profesionales