

CABLES CON CONDUCTOR DE

ALUMINIO



Miguélez
CABLES

PRÓXIMO Y CONFIABLE

Introducción

La función de un conductor en un cable eléctrico es transportar la corriente eléctrica. Aunque para ciertas aplicaciones especiales pueden emplearse otro tipo de conductores, los materiales más utilizados como conductor en los cables eléctricos de baja tensión suelen ser el cobre y el aluminio.

Principales diferencias:

- Cu Cobre:** alta conductividad y ductilidad. Permite grandes intensidades y menores pérdidas y caídas de tensión con una menor sección nominal del conductor.
- Al Aluminio:** más ligero y económico que el cobre. Se necesita mayor sección para transportar la misma corriente y obtener una caída de tensión similar.

Cabe destacar que para la sección eléctrica equivalente (ver página 11 del documento), el cable con conductor de aluminio suele pesar aproximadamente la mitad que el cable con conductor de cobre.

En la distribución de energía en baja tensión, el uso de conductores de aluminio (frecuentemente en aleaciones especiales) se ha consolidado como la opción preferente en redes de distribución y grandes instalaciones industriales debido a su mejor relación coste-rendimiento-peso.

✓ Reducción de costes directos.

✓ Facilidad de instalación. ✓ Menor peso.



MÁS LIGERO



MENOS COSTE

Guías y usos principales:

Los cables con conductor de **cobre** suelen predominar en aquellas instalaciones donde la compacidad, conductividad y resistencia mecánica importan. Por ejemplo, en secciones nominales pequeñas e intermedias, circuitos críticos, instalaciones interiores o receptoras en general, o cuando se requiere flexibilidad y uso móvil con flexiones frecuentes.

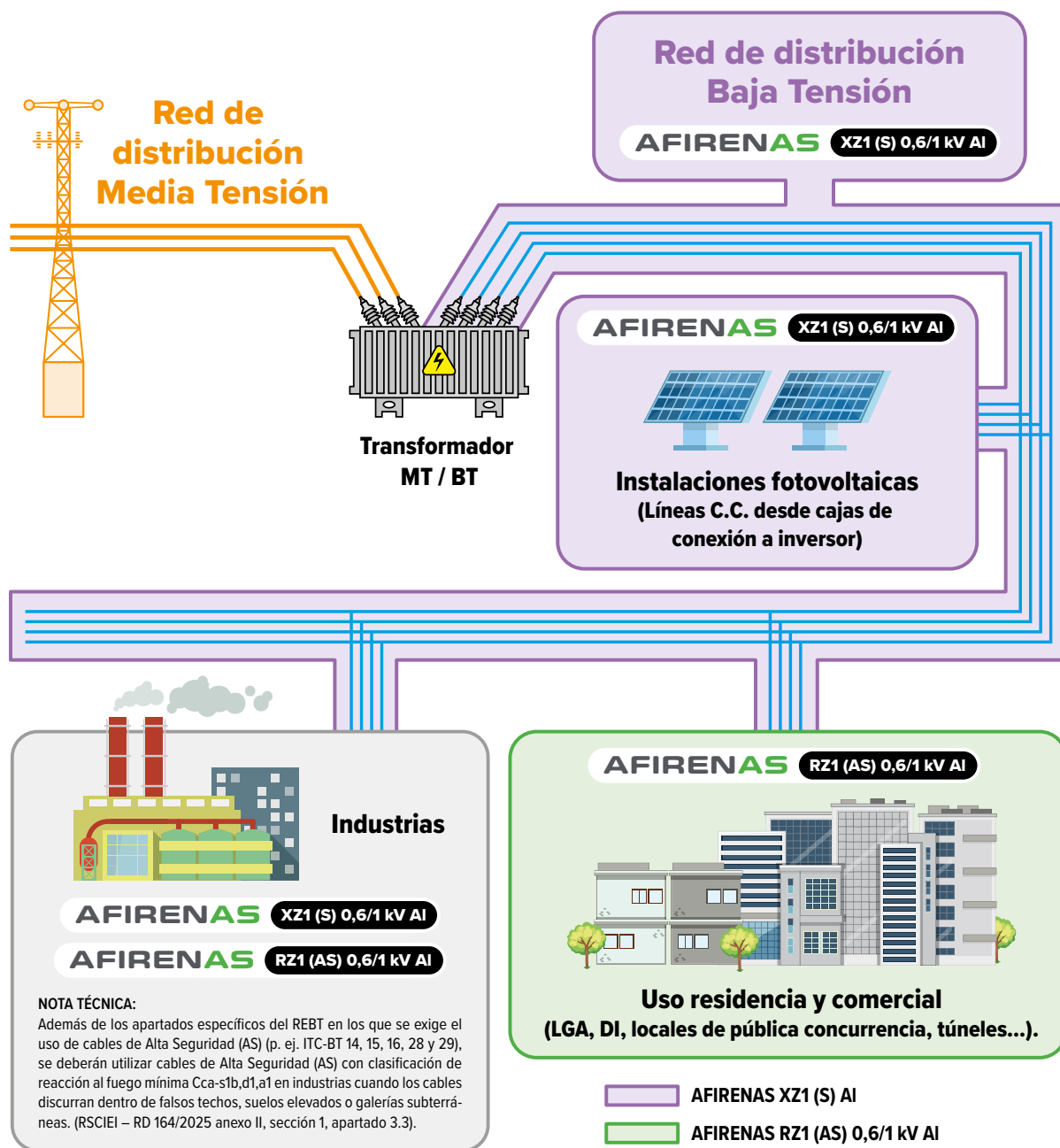
El **aluminio** suele emplearse en líneas donde el peso del cable es un factor determinante y se busca optimizar costes (p. ej. en redes aéreas B.T.). Asimismo, proyectistas y diseñadores suelen decantarse por cables con conductor de aluminio en líneas de gran longitud y alta sección —tanto aéreas como subterráneas— por su mayor competitividad económica y ligereza para una sección eléctrica equivalente. No obstante, debe preverse que estos conductores requieren un mayor volumen de ocupación, lo que puede incrementar el coste de los sistemas de canalización y soporte; un factor que, sin embargo, suele resultar menos crítico en instalaciones directamente enterradas.

PROPIEDADES	COBRE (recocido o blando)	ALUMINIO (duro)
Resistividad eléctrica ρ	17,241 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$	28,264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$
Conductividad eléctrica σ	Definido como 100 % IACS	≈ 61 % IACS
	58 $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	35,4 $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
Coefficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor / $^{\circ}\text{C}^{-1}$	0,00393	0,00403
Densidad	8,89 g/cm^3	2,70 g/cm^3
Conductividad térmica (a 20 $^{\circ}\text{C}$)	385 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$	217 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$
Coefficiente de expansión térmica y dilatación lineal α (20 $^{\circ}\text{C}$)	17 $\times 10^{-6}$ / $^{\circ}\text{C}$	23 $\times 10^{-6}$ / $^{\circ}\text{C}$
Temperatura de fusión ($^{\circ}\text{C}$)	1083	657
Resistencia a tracción	$\approx 200\text{-}250$ MPa (N/mm 2 o 0,1 kg/mm 2) (UTS varía con pureza y tratamiento)	$\approx 120\text{-}150$ MPa (N/mm 2 o 0,1 kg/mm 2) (según pureza, temp. y tratamiento)
Alargamiento a la rotura	20 a 35 %	1 a 2,5 %



Sostenibilidad y Reciclaje: El aluminio, al igual que el cobre, es 100% reciclable sin pérdida de propiedades. Su menor peso reduce la huella de carbono durante el transporte logístico desde nuestra fábrica hasta la obra.

Principales aplicaciones gamas MIGUÉLEZ con conductores de aluminio





Teniendo en cuenta el crecimiento en la demanda e instalación de **cables con conductor de aluminio**, MIGUÉLEZ ha desarrollado un conjunto de soluciones **sostenibles y respetuosas con el medioambiente**.

Compromiso Medioambiental

Nuestro portafolio recoge el compromiso adquirido con las **mejores prácticas medioambientales** y la adopción de **energías renovables**, minimizando el impacto ambiental sin afectar al rendimiento.

Adaptabilidad y Flexibilidad

Brindamos soluciones que se adaptan a las **tendencias emergentes** y a los **requisitos específicos** de cada cliente, permitiendo una **integración perfecta** en cualquier infraestructura.



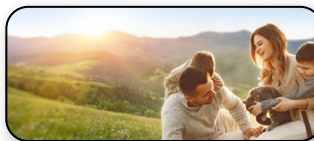
Fabricados con energía
limpia renovable



Huella de carbono
calculada



Sistema de Gestión Ambiental
implantado en base a la norma ISO 14001



Reciclaje de
residuos



Envases de plástico
100 % reciclables



Envases con contenido
en plástico reciclado



Bobinas
PEFC / FSC



Sistema circular de retorno,
reparación y reutilización de bobinas

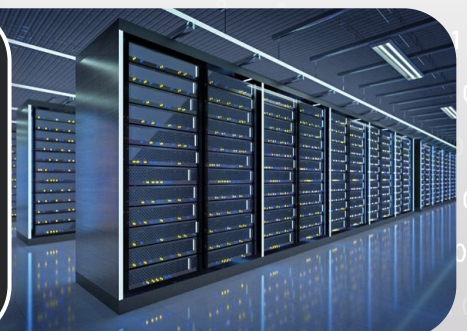


Conductor con contenido
de aluminio reciclado



Cumplimiento del Reglamento
REACH y Directiva RoHS

Nuestra gama de productos combina **innovación** y **sostenibilidad**, priorizando la reducción de la huella de carbono mediante el **uso de energías renovables, materiales reciclados y altamente reciclables**, todo ello garantizando máxima eficiencia y fomentando la economía circular.



AFIRENAS XZ1 (S) 0,6/1 kV AL

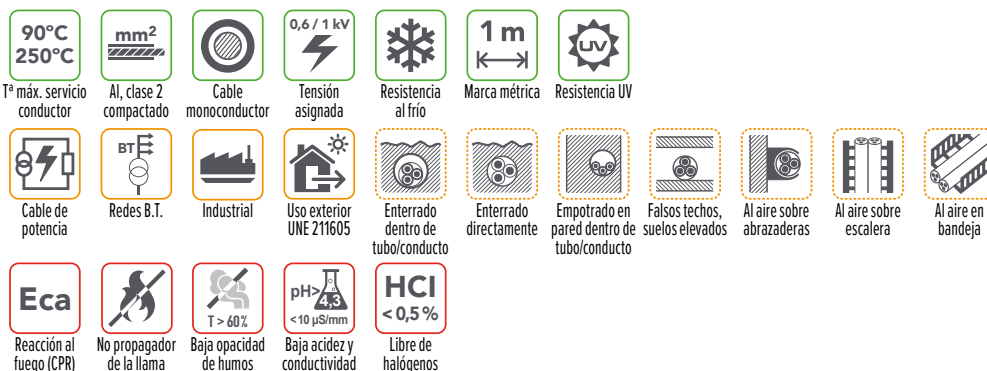
FAMILIA MIGUÉLEZ
850AENOR
1x(16...-630) mm²CPR
Eca

CE

RoHS
COMPLIANT

No propagador del incendio,
libre de halógenos
con emisión de humos y
opacidad reducida

IEC 60332-1-2
IEC 60754-1
IEC 60754-2
IEC 61034-2



• **Normativa (construcción/ensayos):** UNE-HD 603-5X (tipo 5X-1).

• **Designación técnica:** XZ1 (S) 0,6/1 kV AL.

• **Construcción:**

- **Conductor:** Aluminio, clase 2, circular de varios alambres compactado (UNE-EN 60228 e IEC 60228).
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE). XLPE (IEC 60502-1) y tipo DIX 3 (tabla 2A HD 603-1).
- **Cubierta:** Poliolefina termoplástica libre de halógenos, tipo DMO 1 (tabla 4C HD 603-1).

• **Tensión asignada (Uo/U):** 0,6/1 kV CA ; 1,5/1,5 kV CC.

• **Tensión más elevada de la red (Um):** 1,2 kV CA ; 1,8 kV CC.

• **Ensayo de tensión:** 6,5 kV CA (5 minutos) / 1,8 kV CA (4 horas) / 10 kV CA (30 minutos).

• **Ensayo de tensión, impulsos tipo rayo (1,2/50 μs):** 20 kV.

• **Temperatura máxima del conductor en servicio normal / cortocircuito (t≤5s):** 90 °C / 250 °C.

• **Gama:** Monoconductor. **Formaciones:** 1X(16...-630) mm².

• **Reacción al fuego (CPR - EN 50575 & EN 13501-6):** Clase Eca.

• **Otras prestaciones en caso de incendio (cuando no sea de aplicación el Reglamento CPR):**

No propagador de la llama, libre de halógenos y reducida emisión de gases y humos, siendo estos de baja opacidad/toxicidad/corrosividad/conductividad (IEC 60332-1-2, IEC 60754-1, IEC 61034-2 e IEC 60754-2).

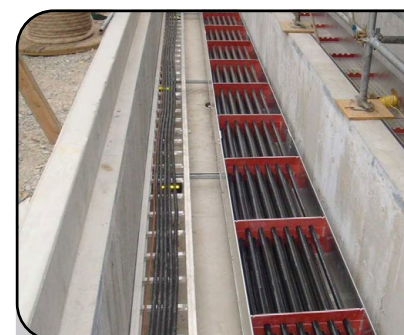
• **Aplicaciones:** Cable de energía, libre de halógenos, especialmente indicado para instalación fija y utilización en redes de distribución B.T., acometidas subterráneas, instalaciones fotovoltaicas e industriales. Adecuado para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados. Resistencia a la intemperie (condición AN3 según norma UNE-HD 60364-5-51) y resistencia a radiación UV (EN 50618).

La adherencia entre aislamiento y cubierta les dota de un gran índice de estanqueidad. Adecuado para instalación en condiciones AD7 según norma UNE-HD 60364-5-51 (inmersión parcial o total de forma intermitente, con un tiempo de inmersión acumulativo limitado a 2 meses por año y a una profundidad del producto bajo el agua no superior a 150 mm). Queda terminantemente prohibida su instalación cuando vaya a estar sumergido en agua de manera permanente (por ejemplo, en la alimentación de bombas sumergidas).

Además, gracias a su cubierta especial, presenta una gran resistencia a la abrasión.

En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre otro tipo de soportes (p. ej. sobre rejillas portacables, bandejas o escaleras). En ningún caso esta distancia debe sobrepasar los 80 cm. En el caso de recorridos verticales, la distancia máxima entre soportes no será superior a 150 cm.

Si los cables unipolares son instalados separadamente deberán utilizarse abrazaderas hechas de plástico o de metales amagnéticos. Los cables y los haces de cables deben fijarse de manera que se eviten los daños en forma de huellas penetrantes, debido a dilataciones térmicas. El cable no debe someterse a esfuerzos de compresión que puedan dañarlo.



Las conexiones entre los diferentes componentes deben ser fiables, permanentes, mecánicamente robustas, tener buena resistencia a la corrosión y baja resistividad eléctrica. Así mismo, las conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Los empalmes, conexiones y derivaciones deberán implementarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor o del resto de los materiales debido a la expansión térmica y a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos. Es prudente evitar uniones y conexiones innecesarias.

– **Rango de temperaturas:**

- **Temperatura ambiente mínima de utilización:** $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (estático en instalación fija, protegido y sin exposición a daños mecánicos, choques o vibraciones).
- **Temperatura ambiente máxima de utilización:** $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **Temperatura máxima durante el almacenamiento:** $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Temperatura mínima de tendido durante su instalación y montaje de accesorios:** $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta temperatura es válida para los cables en sí, no para el entorno. En el caso de que cables tengan una temperatura inferior deberán ser calentados (p. ej. manteniéndolos tiempo prudencial en una sala o habitación calefactada).

– **Radio de curvatura mínimos:**

- **Durante la instalación y manipulación del cable:** $15xD$.
- **Posición final, instalado:** $10xD$ (D=diámetro exterior del cable (mm)).

– **Esfuerzo máximo de tracción durante la instalación:**

- $F = 30 \times S$ (N). “S” = sección nominal del conductor (mm^2). Aplicado sobre el conductor de aluminio.
- $F = 5 \times D^2$ (N). “D” = diámetro exterior (mm). Aplicado sobre la cubierta exterior.

- **Identificación:** Color aislamiento → Sin coloración / Color de la cubierta exterior → Negro.

• **Presentación y embalaje:**

– Bobina/corte.

- **Espacio libre en la bobina:** 5 cm como mínimo.
- **Diámetro mínimo del núcleo de la bobina:** $12xD$ (D=diámetro exterior del cable (mm)).

– En caso de realizar rollos manuales, el diámetro mínimo del núcleo del rollo debe ser $15xD$ (D=diámetro exterior del cable (mm)).

• **Otros:**

- Marca métrica incluida en el marcado sobre cubierta exterior (cada 1,0 m).
- Embalajes 100 % reciclables. Bobinas de madera (PEFC y FSC).
- Inclusión de nº de orden de fabricación en el marcado para una total trazabilidad bidireccional.

• **Marcado:**

AENOR MIGUELEZ AFIRENAS XZ1 (S) 0,6/1 kV 1XS mm^2 Al 90°C clase Eca EN 50575 n° OF MM/YY X Mts

* Contenido mínimo del marcado.

Siendo:

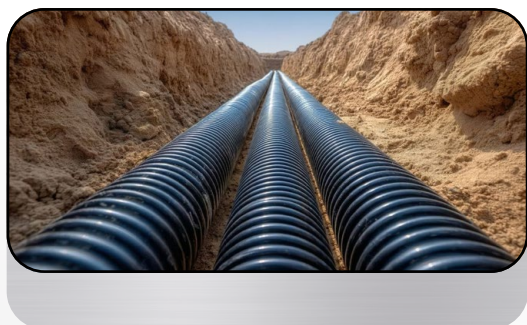
- **S** = sección nominal conductores.
- **n° OF** = n° de orden de fabricación.
- **MM/YY** = mes y año de fabricación.

Disponemos de gamas con tensión asignada 1,8/3 kV especialmente diseñadas para alimentación de grandes máquinas, instalaciones fotovoltaicas o BESS.

Código	Nº conductores y sección nominal	Espesor aislamiento	Diámetro exterior	Peso	Resistencia eléctrica máx. a 20°C en CC
	mm^2	mm	mm	kg/km	Ω/km
885001001609203	1 X 16	0,8	8,8	90	1,91
885001002509203	1 X 25	1,0	10,5	130	1,20
885001003509203	1 X 35	1,0	11,5	160	0,868
885001005009203	1 X 50	1,0	12,6	205	0,641
885001007009203	1 X 70	1,1	14,9	272	0,443
885001009509203	1 X 95	1,1	16,2	344	0,320
885001012009203	1 X 120	1,2	17,9	430	0,253
885001015009203	1 X 150	1,4	19,5	523	0,206
885001018509203	1 X 185	1,6	22,0	652	0,164
885001024009203	1 X 240	1,7	24,6	835	0,125
885001030009203	1 X 300	1,8	27,7	1.050	0,100
885001040009203	1 X 400	2,0	30,0	1.356	0,0778
885001050009203	1 X 500	2,2	33,8	1.667	0,0605
885001063009203	1 X 630	2,4	38,6	2.143	0,0469



Código	Nº conductores y sección nominal	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo.	Intensidad máxima admisible. Al aire en bandeja perforada. Suministro CC o monofásico. Mét. F T°=40°C	Intensidad máxima admisible. Al aire en bandeja perforada. Suministro trifásico. Mét. F T°=40°C	Intensidad máxima admisible. Dentro de tubo empotrado pared. Suministro CC o monofásico. Mét. B1 T°=40°C	Intensidad máxima admisible. Dentro de tubo empotrado pared. Suministro trifásico. Mét. B1 T°=40°C.	Intensidad máxima admisible de cortocircuito. t=0,1 s	Intensidad máxima admisible de cortocircuito. t=5 s	Caída de tensión máxima en CA. T°cond=90°C cosφ=0,8 f=50 Hz (circuito trifásico)	Caída de tensión máxima en CA. T°cond=90°C cosφ=1 f=50 Hz (circuito trifásico)	Caída de tensión en CC. T°cond=90°C
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	kA	kA	V/A.km	V/A.km	V/A.km
885001001609203	1X16	70	58	82	63	94	68	82	76	71	64	4,756	0,673	3,495	4,241	4,898
885001002509203	1X25	89	74	104	82	120	87	110	93	95	84	7,431	1,051	2,232	2,665	3,077
885001003509203	1X35	107	90	124	99	143	106	136	117	118	105	10,404	1,471	1,637	1,928	2,226
885001005009203	1X50	126	107	147	115	171	126	167	144	142	127	14,863	2,102	1,230	1,423	1,644
885001007009203	1X70	156	132	182	145	210	155	215	187	182	162	20,808	2,943	0,875	0,984	1,136
885001009509203	1X95	185	157	215	175	248	185	262	230	220	197	28,239	3,994	0,654	0,711	0,821
885001012009203	1X120	211	178	244	195	280	210	306	269	255	228	35,670	5,045	0,533	0,562	0,649
885001015009203	1X150	239	201	275	230	317	237	353	312	279	242	44,588	6,306	0,451	0,460	0,528
885001018509203	1X185	267	226	309	248	356	266	406	359	319	273	54,992	7,777	0,376	0,366	0,421
885001024009203	1X240	309	261	355	305	410	307	482	428	374	319	71,341	10,089	0,305	0,280	0,321
885001030009203	1X300	349	295	401	324	462	348	557	497	428	365	89,176	12,611	0,259	0,224	0,256
885001040009203	1X400	388	320	468	352	540	377	673	603	543	487	118,902	16,815	0,222	0,178	0,199
885001050009203	1X500	438	361	530	397	609	425	778	700	624	561	148,627	21,019	0,192	0,142	0,155
885001063009203	1X630	496	408	599	448	691	481	906	818	722	649	187,270	26,484	0,170	0,115	0,120



* Consulte la gama con clasificación CPR y aquella cubierta por las certificaciones indicadas para cada cable, así como mucha más información sobre nuestros productos en la página web: www.miguelélez.com
 ** Los valores dimensionales y de peso indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación.
 *** Se deberán respetar los sistemas de instalación y aquellos requisitos adicionales que establezca la reglamentación, legislación y/o normativa aplicable a cada caso particular.

AFIRENAS RZ1 (AS) 0,6/1 kV AL

FAMILIA MIGUÉLEZ
851

No propagador del incendio,
libre de halógenos
con emisión de humos y
opacidad reducida

IEC 60332-1-2
IEC 60332-3-24
IEC 60754-1
IEC 60754-2
IEC 61034-2

90°C
250°C

Tª máx. servicio
conductor

mm²

Al, clase 2
compactado

Cable
monoconductor

Tensión
asignada

0,6 / 1 kV

Resistencia
al frío

1 m

Marca métrica

Resistencia UV

Resistencia UV



Cable de energía



Pública
concurrencia



Edificios gran
altura



Riesgo incendio
y explosión



LGA

Línea General de
Alimentación



Derivación
Individual



Redes B.T.



Industrial



Uso exterior
UNE 211605



Enterrado
dentro de
tubo/conducto



Empotrado en
pared dentro de
tubo/conducto



Falsos techos,
suelos elevados



Al aire sobre
abrazaderas



Al aire sobre
escalera



Al aire en
bandeja

Cca
s1b,d1,a1

Reacción al
fuego (CPR)



Baja emisión
de calor



No propagador
de la llama



No propagador
del incendio



Baja emisión
de humos



Baja opacidad
de humos



Baja emisión
gotas
inflamables



Baja acidez y
conductividad



Libre de
halógenos

• **Normativa (construcción/ensayos):** IEC 60502-1 y UNE 21123-4.

• **Designación técnica:** RZ1 (AS) 0,6/1 kV AL.

• **Construcción:**

- **Conductor:** Aluminio, clase 2, circular de varios alambres compactado (UNE-EN 60228 e IEC 60228).
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE). XLPE (IEC 60502-1) y tipo DIX 3 (tabla 2A HD 603-1).
- **Cubierta:** Poliolefina termoplástica libre de halógenos, tipo ST8 (IEC 60502-1) y tipo DMZ-E (UNE 21123-4).

• **Tensión asignada (Uo/U):** 0,6/1 kV CA ; 1,5 kV CC.

• **Tensión más elevada de la red (Um):** 1,2 kV CA ; 1,8 kV CC.

• **Ensayo de tensión:** 3,5 kV CA (5 minutos).

• **Temperatura máxima del conductor en servicio normal / cortocircuito (t≤5s):** 90 °C / 250 °C.

• **Gama:** Monoconductor. **Formaciones:** 1X(25-...-630) mm².

• **Reacción al fuego (CPR - EN 50575 & EN 13501-6):** Clase Cca-s1b,d1,a1.

• **Otras prestaciones en caso de incendio (cuando no sea de aplicación el Reglamento CPR):**

No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de gases y humos, siendo estos de baja opacidad/toxicidad/corrosividad/conductividad (IEC 60332-1-2, IEC 60332-3-24, IEC 61034-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2).

• **Aplicaciones:** Instalaciones fijas. Está especialmente indicado como cable de energía en locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29 - dentro de tubo metálico - gasolineras y estaciones de servicio, plantas petroquímicas o almacenes de productos inflamables...), edificios de gran altura, túneles y en cualquier otra instalación que requiera un especial comportamiento en caso de incendio (p. ej. instalaciones con mazos de cables, canalizaciones verticales, etc.). También está recomendado para el cableado de líneas generales de alimentación (LGA - ITC-BT 14) y derivaciones individuales (DI - ITC-BT 15).

Adecuado para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados. En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre otro tipo de soportes (p. ej. sobre rejillas portacables, bandejas o escaleras). En ningún caso esta distancia debe sobrepasar los 80 cm. En el caso de recorridos verticales, la distancia máxima entre soportes no será superior a 150 cm.

Si los cables unipolares son instalados separadamente deberán utilizarse abrazaderas hechas de plástico o de metales amagnéticos. Los cables y los haces de cables deben fijarse de manera que se eviten los daños en forma de huellas penetrantes, debido a dilataciones térmicas. El cable no debe someterse a esfuerzos de compresión que puedan dañarlo.

Las conexiones entre los diferentes componentes deben ser buenas, permanentes, mecánicamente robustas, tener buena resistencia a la corrosión y baja resistividad eléctrica. Así mismo, las conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Los empalmes, conexiones y derivaciones deberán implementarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor o del resto de los materiales debido a la expansión térmica y a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos. Es prudente evitar uniones y conexiones innecesarias.



– Rango de temperaturas:

- Temperatura ambiente mínima de utilización: -30 °C (estático en instalación fija, protegido y sin exposición a daños mecánicos, choques o vibraciones).
- Temperatura ambiente máxima de utilización: +70 °C
- Temperatura máxima durante el almacenamiento: +50 °C.
- Temperatura mínima de tendido durante su instalación y montaje de accesorios: 0 °C. Esta temperatura es válida para los cables en sí, no para el entorno. En el caso de que los cables tengan una temperatura inferior deberán ser calentados (p. ej. manteniéndolos un tiempo prudencial en una sala o habitación calefactada).

– Radios de curvatura mínimos:

- Durante la instalación y manipulación del cable: 15xD.
- Posición final, instalado: 10xD (D=diámetro exterior del cable (mm)).

– Esfuerzo máximo de tracción durante la instalación:

- $F = 30 \times S$ (N). "S" = sección nominal del conductor (mm²). Aplicado sobre el conductor de aluminio.
- $F = 5 \times D^2$ (N). "D" = diámetro exterior (mm). Aplicado sobre la cubierta exterior.

- Identificación: Color de la cubierta exterior → Verde.

• Presentación y embalaje:

- Bobina/corte.
 - Diámetro mínimo de la bobina: 12xD (D=diámetro exterior del cable (mm)).

• Otros:

- Marca métrica incluida en el marcado sobre cubierta exterior (cada 1,0 m).
- Embalajes 100 % reciclables. Bobinas de madera (PEFC y FSC).

• Marcado:

MIGUELEZ AFIRENAS RZ1 (AS) 0,6/1 kV 1XS mm² Al 90°C IEC 60502-1 made in Spain UNE 21123 clase Cca-s1b,d1,a1 EN 50575 MM/YY X Mts

* Contenido mínimo del marcado.

Siendo:

- S = sección nominal conductores.
- MM/YY = mes y año de fabricación.



Código	Nº conductores y sección nominal	Espesor aislamiento	Diámetro exterior	Peso	Resistencia eléctrica máx. a 20°C en CC	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo	Intensidad máxima admisible. Enterrado dentro de tubo	Intensidad máxima admisible. Al aire en bandeja perforada	Intensidad máxima admisible. Dentro de tubo empotrado pared	Intensidad máxima admisible de cortocircuito	Intensidad máxima admisible de cortocircuito	Caída de tensión máxima en CA	Caída de tensión máxima en CA
						T ^a =25°C 2,5 K.m/W 0,7 m. Circuito trifásico.	T ^a =25°C 1,5 K.m/W 0,7 m. Circuito trifásico.	Mét. F (40°C). Circuito trifásico.	Mét. B1 (40°C). Circuito trifásico.	t=0,1 s	t=5 s	T ^{cond} =90°C cosφ=0,8 f=50 Hz (circuito trifásico)	T ^{cond} =90°C cosφ=1 f=50 Hz (circuito trifásico)
	mm ²	mm	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A	A	kA	kA	V/A.km	V/A.km
885101002509303	1 X 25	0,9	10,8	153	1,20	74	82	93	84	7,431	1,051	2,23	2,66
885101003509303	1 X 35	0,9	11,8	191	0,868	90	99	117	105	10,404	1,471	1,637	1,928
885101005009303	1 X 50	1,0	13,2	238	0,641	107	115	144	127	14,863	2,102	1,231	1,423
885101007009303	1 X 70	1,1	15,3	324	0,443	132	145	187	162	20,808	2,943	0,875	0,984
885101009509303	1 X 95	1,1	16,8	409	0,320	157	175	230	197	28,239	3,994	0,655	0,711
885101012009303	1 X 120	1,2	18,5	497	0,253	178	195	269	228	35,670	5,045	0,534	0,562
885101015009303	1 X 150	1,4	20,3	604	0,206	201	230	312	242	44,588	6,306	0,453	0,460
885101018509303	1 X 185	1,6	22,6	738	0,164	226	248	359	273	54,992	7,777	0,377	0,366
885101024009303	1 X 240	1,7	25,5	940	0,125	261	305	428	319	71,341	10,089	0,306	0,280
885101030009303	1 X 300	1,8	28,5	1167	0,100	295	324	497	365	89,176	12,611	0,260	0,224
885101040009303	1 X 400	2,0	31,7	1441	0,0778	320	352	603	487	118,902	16,815	0,223	0,178
885101050009303	1 X 500	2,2	35,0	1799	0,0605	361	397	700	561	148,627	21,019	0,193	0,142
885101063009303	1 X 630	2,4	39,4	2348	0,0469	408	448	818	649	187,270	26,484	0,171	0,115

NOTA TÉCNICA:

Además de los apartados específicos del REBT en los que se exige el uso de cables de Alta Seguridad (AS) (p. ej. ITC-BT 14, 15, 16, 28 y 29), existen reglamentaciones particulares de ciertas CC.AA. u otras legislaciones y normativas específicas que pueden prohibir el uso de cables con clasificación de reacción al fuego "Eca", exigiendo el uso de cables con mejores clasificaciones.

Por ejemplo, se deberán utilizar cables de Alta Seguridad (AS) con clasificación de reacción al fuego mínima Cca-s1b,d1,a1 en:

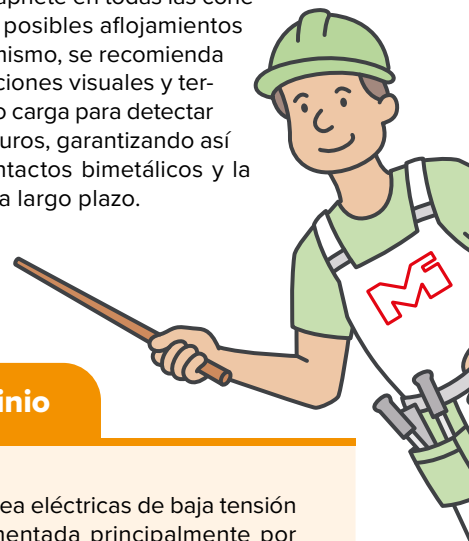
- Industrias: Cuando los cables discurren dentro de falsos techos, suelos elevados o galerías subterráneas. (RSCIEI - RD 164/2025 anexo II, sección 1, apartado 3.3);
- Comunidad de Madrid: En edificios de viviendas y en locales de reunión, trabajo y usos sanitarios independientemente de su grado de ocupación (bibliotecas, gimnasios, establecimientos comerciales, etc.) (DECRETO 17/2019 Comunidad Autónoma de Madrid).

c) Comunidad autónoma de Cataluña: Instalaciones interiores de viviendas. (DECRETO 192/2023 Comunidad autónoma de Cataluña).

Para todos estos casos, nuestras gamas AFIRENAS representan una solución ideal.

Recomendaciones y buenas prácticas

- Las conexiones entre los diferentes componentes de la instalación eléctrica deben ser fiables, permanentes, mecánicamente robustas, tener buena resistencia a la corrosión y baja resistividad eléctrica.
- Los empalmes, conexiones y derivaciones deberán implementarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor o del resto de los materiales debido a la expansión térmica y a la aparición de potenciales peligrosos originados por los efectos de los pares galvánicos. Los cables con conductor de aluminio exigen conectores específicos para aluminio o conectores de transición bimetálica Al/Cu. Estos conectores especiales evitan el par galvánico (corrosión del aluminio) y gestionan la diferencia de dilatación térmica entre materiales. Es imperativo verificar la compatibilidad de los equipos receptores, ya que muchos bornes de conexión no están diseñados para el contacto directo con conductores de aluminio, requiriendo adaptadores bimetálicos para asegurar una conexión normativa y segura.
- Las conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.
- Resulta prudente evitar uniones y conexiones innecesarias.
- Los conductores de aluminio son más susceptibles a fracturas por fatiga mecánica que los de cobre. Por ello, resulta esencial planificar previamente el tendido para minimizar ciclos de flexión repetidos.
- A la hora de realizar las conexiones, es recomendable limpiar la superficie del conductor de aluminio. El aluminio es bastante resistente a la corrosión, pero forma óxidos no conductores (alúmina Al_2O_3) — de forma natural. Por ello, resulta fundamental el uso de pasta de contacto neutra y el cepillado de los terminales antes del apriete para garantizar una baja resistencia de contacto.
- El aluminio requiere mayor cuidado en los radios de curvatura y esfuerzos de tracción.
 - Se deben respetar estrictamente los radios de curvatura mínimos definidos por el fabricante en sus fichas y documentación técnica, y la normativa aplicable para prevenir daños durante la instalación. En general, los radios de curvatura para cables con conductor de aluminio tienden a ser superiores al tratarse de cables con conductor de mayor rigidez y sección nominal.
 - Los esfuerzos de tracción máximos admisibles durante la instalación para el aluminio son inferiores (30 N/mm^2). No obstante, al dimensionar con la sección eléctrica equivalente, la capacidad de tracción total del cable tiende a equipararse a la del cobre, permitiendo fuerzas de tendido comparables sin comprometer la integridad del conductor ($30 \text{ N/mm}^2 \times 1,635 = 49,05 \text{ N/mm}^2$).
- Una vez tendidos los cables, no deben quedar totalmente rectos y tensos en el fondo de la zanja, en la bandeja o entre las abrazaderas. En su lugar, deben adoptar posiciones (con cierta ondulación) que compensen las variaciones de longitud del cable, ocasionadas por los cambios de temperatura propiciadas por los ciclos de carga.
- Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo y predictivo que incluya inspecciones periódicas de la instalación. Es indispensable programar protocolos de revisión de pares de apriete en todas las conexiones para compensar posibles aflojamientos por ciclos térmicos. Asimismo, se recomienda la realización de inspecciones visuales y termografías infrarrojas bajo carga para detectar puntos calientes prematuros, garantizando así la integridad de los contactos bimetálicos y la estabilidad del sistema a largo plazo.



Guía para la conversión en cables con conductor de cobre y aluminio



El empleo de conductores de aluminio en línea eléctricas de baja tensión presenta una tendencia creciente, fundamentada principalmente por razones económicas (especialmente en redes de distribución subterráneas de gran longitud) y de reducción del peso (p. ej. líneas aéreas).

A la hora de encontrar la sección equivalente en aluminio, se deben realizar todos los cálculos necesarios y aplicables (verificación de la intensidad máxima admisible en régimen permanente según el método de instalación, validación de las intensidades en caso de cortocircuito y coordinación de los dispositivos de protección, verificación de la caída de tensión, evaluación de los esfuerzos electrodinámicos, esfuerzos mecánicos, peso de la canalización, etc.).

Basándonos en la relación de sus resistividades, como estimación inicial y regla rápida para la conversión de la sección de un conductor de cobre por uno de aluminio, podemos multiplicar la sección nominal en cobre por 1,64 y redondear a la sección nominal inmediatamente superior (definida en la norma UNE-EN IEC 60228 / EN IEC 60228 / IEC 60228).

$$S_{Al} = S_{Cu} \times 1,635$$

Equivalencia eléctrica

A continuación, se establecen las equivalencias técnicas de sección entre conductores de cobre y aluminio. Estas fórmulas proporcionan una primera aproximación que deberá ser posteriormente validada mediante la realización de los cálculos eléctricos pertinentes.

1) Comparación entre la resistencia y la sección del conductor:

Considerando que la longitud (l) y la corriente son fijas, si admitimos que hay igualdad de pérdidas (resistencia eléctrica), deberá cumplirse que:

$$R_{Al} = R_{Cu} \Rightarrow \rho_{Al} \frac{l}{S_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{l}{S_{Cu}}$$

De esta ecuación obtenemos que: $S_{Al} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} S_{Cu}$

Sustituyendo las resistividades por los valores normalizados, se obtiene:

$$S_{Al}/S_{Cu} = 1,635; S_{Al} = 1,635 \cdot S_{Cu} \text{ (exp. n.º 1).}$$

Ejemplo:

$$\text{Sección Cu } 70 \text{ mm}^2 \times 1,635 = 114,45 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Sección Al } 120 \text{ mm}^2$$

CONCLUSIÓN 1: El valor de sección equivalente obtenido a través de la fórmula anterior debe transformarse a la sección nominal superior inmediata estandarizada. Esta conversión garantiza una sección eléctrica de seguridad en la mayoría de los escenarios. No obstante, es imperativo realizar las verificaciones y cálculos reglamentarios pertinentes indicados anteriormente.

CONCLUSIÓN 2: El cobre permite utilizar cables de menor sección, lo que es una ventaja desde el punto de vista de las dimensiones de las canalizaciones. El uso de conductores de cobre permite proyectar líneas con menor sección nominal y diámetro exterior reducido. Esta característica representa una ventaja crítica en el dimensionamiento de las canalizaciones, especialmente en instalaciones bajo tubo o conducto, al requerir diámetros de tubería menores y optimizar la ejecución de rozas en paramentos empotrados.

No obstante, como veremos a continuación, los cables de aluminio (incluso considerando la sección nominal eléctrica equivalente superior) presentan una masa total significativamente inferior. En consecuencia, aunque los cables con conductor de aluminio suponen un mayor volumen de ocupación en la canalización, ejercen una menor carga de peso sobre los sistemas de soporte. Esto reduce el esfuerzo que deben soportar las abrazaderas, bandejas o escaleras de cables en instalaciones al aire, permitiendo en ocasiones optimizar la distancia entre soportes.

CONCLUSIÓN 3: Por otro lado, siendo la carga de rotura del cobre superior a la del aluminio, así como el alargamiento a la rotura, tienden a igualarse cuando se emplea una sección eléctrica equivalente. No obstante, debido a la mayor flexibilidad, ductilidad y manejabilidad del cobre y a su mayor resistencia a la fatiga dinámica (por ejemplo, por doblados repetidos) se concluye que el cobre deberá utilizarse siempre que tales características sean determinantes (p. ej. cables de sección pequeña, instalaciones no sujetas a mantenimientos periódicos, usos móviles, aplicaciones expuestas a vibración o a flexión frecuente...).

2) Comparación entre la densidad y la masa del conductor:

La masa (m) de un conductor de aluminio de longitud (l) y sección (S_{Al}) viene dada por:

$$m_{Al} = d_{Al} \cdot S_{Al} \cdot l = 2,70 \cdot S_{Al} \cdot l$$

Para el cobre resulta: $m_{Cu} = 8,89 S_{Cu} \cdot l$

Dividiendo ambas y utilizando la expresión del apartado anterior, obtenemos:

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{d_{Al} \cdot S_{Al} \cdot l}{d_{Cu} \cdot S_{Cu} \cdot l}; m_{Al} = \left(1,635 \cdot \frac{2,70}{8,89}\right) \approx 0,5 \cdot m_{Cu}$$

CONCLUSIÓN 4: Para una resistencia eléctrica similar, el uso de conductor de aluminio permite una reducción del 50% en el peso del conductor. Por ello, el aluminio es el material predominante en líneas aéreas, a pesar de tener un menor desempeño mecánico con respecto al cobre (a igual sección). Para compensarlo, es habitual el uso de aleaciones especiales (p. ej. Almelec: Al, Mg y Si) o compuestos de acero y aluminio.

CONCLUSIÓN 5: Para ciertos casos, la elección del aluminio por criterios económicos se fundamenta en que, para una misma tasa de pérdidas por efecto Joule, requiere aproximadamente la mitad de masa que un conductor de cobre. Este factor, unido a un valor inferior del mineral (cotización LME), explica su uso extensivo en redes subterráneas de distribución de baja tensión de gran sección y longitud, donde el mayor volumen físico del cable no supone una restricción crítica de espacio.

INTENSIDADES ADMISIBLES

Para una misma sección nominal en conductor de cobre y aluminio, se obtienen las siguientes relaciones aproximadas para una evaluación inicial. Se deben revisar los valores indicados en las fichas técnicas o normas y reglamentos aplicables.

Régimen normal:

$$\frac{I_{aluminio}}{I_{cobre}} = \sqrt{\frac{\rho_{cobre}}{\rho_{aluminio}}} \approx 0,78$$

Cortocircuito:

$$\frac{ICC_{aluminio}}{ICC_{cobre}} \approx 0,66$$

Intensidades máximas admisibles (A)

Intensidades máximas admisibles (A) en régimen permanente.
Para cable con conductor de aluminio y aislamiento termoestable (XLPE) con
una temperatura máxima de servicio en régimen permanente: **90°C**.

Sección nominal del conductor mm ² (Aluminio)	A1		A2		B1		B2		C		D1		D2		E		F	
	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X	2X	3X
10	43	40	40	37	53	47	49	43	56	51	50	41	-	-	60	52	-	-
16	58	52	54	50	71	64	65	58	76	69	64	53	69	58	82	70	82	76
25	76	69	70	64	95	84	85	76	91	81	81	68	89	74	98	88	110	93
35	93	85	87	79	118	105	104	93	114	101	98	81	106	89	122	109	136	117
50	113	102	104	94	142	127	125	112	140	123	116	96	126	106	149	132	167	144
70	143	129	131	119	182	162	159	141	180	158	143	118	154	131	192	170	215	187
95	173	155	159	142	220	197	191	171	219	192	169	140	185	156	233	206	262	230
120	200	179	182	163	255	228	220	196	254	222	192	158	212	179	273	239	306	269
150	230	205	209	187	279	242	237	218	294	257	216	179	237	200	314	276	353	312
185	262	232	238	212	319	273	273	247	337	293	242	200	269	227	361	315	406	359
240	307	273	279	248	374	319	325	289	399	347	279	230	312	263	427	372	482	428
300	352	313	320	284	428	365	377	331	462	400	314	260	351	296	494	428	557	497

- 2X: 2 conductores cargados.
- 3X: 3 conductores cargados.
- Temperatura ambiente: 40 °C.
- Temperatura del terreno (sólo para columnas D1 y D2) = 25 °C.
- Resistividad terreno (sólo para columnas D1 y D2): 2,5 K m/W.
- Profundidad (sólo para columnas D1 y D2): 0,7 m.
- Cuando las condiciones de instalación (temperatura ambiente al aire o del terreno, resistividad, etc.) sean distintas a las indicadas o haya más de un circuito (más conductores cargados) en la canalización, se aplicarán los factores de corrección correspondientes.
- En las siguientes páginas podrá consultar los sistemas de instalación que corresponden a cada "método de instalación" indicado (A1, A2, B1, B2, C, D, E y F) y los factores de corrección.

Documento simplificado elaborado por MIGUÉLEZ y basado en la norma HD 60364-5-52 (tablas B.52.2 a B.52.13 con F.C. por T° = 40°C según tabla B.52.14).

Factor de corrección para temperatura del suelo diferente a 25 °C:

T° terreno (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45
Factor corrección	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83

Factor de corrección para profundidad de enterramiento diferente a 0,7 m:

Profundidad (m)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75
Factor corrección	1,03	1,01	1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94

Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 40 °C:

T° ambiente (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50
Factor corrección	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89

Factores de corrección para suelos con resistividad térmica diferente a 2,5 K·m/W (D1 y D2):

Resistividad térmica (K·m/W)	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Factor corrección	1,28	1,20	1,18	1,10	1,05	1,00	0,96

Factores de corrección para agrupamiento de circuitos:

N° de circuitos	1	2	3	4	6	9	12	16	20
Factor corrección	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40

Los valores del factor de corrección por agrupamiento indicados arriba son válidos para grupos de cables similares. Un grupo de cables similares se toma como un grupo en el que la corriente admisible de todos los cables se basa en la misma temperatura máxima admisible del conductor y la gama de tamaños de conductor en el grupo no abarca más de tres tamaños normalizados adyacentes. El factor de reducción por agrupamiento que está dentro de la seguridad, para un grupo que contiene diferentes tamaños de conductores aislados o cables en sistemas de tubos, sistemas de canales o sistemas de conductos cerrados de sección no circular, es:

$$F = 1/\sqrt{n} \quad (F = \text{factor de reducción por agrupamiento; } n = \text{n}^\circ \text{ cables multipolares o de circuitos en el grupo).}$$

Intensidades máximas admisibles (A) de cortocircuito ($t \leq 5$ s).
Para cable con conductor de aluminio y aislamiento termoestable (XLPE) con
una temperatura máxima de servicio en cortocircuito: **250 °C (k=94)**.

SECCIÓN (mm ²)	DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO EN SEGUNDOS												
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
10	2.972	2.101	1.716	1.486	1.329	940	767	664	594	542	502	470	443
16	4.756	3.363	2.745	2.378	2.126	1.504	1.228	1.063	951	868	803	752	708
25	7.431	5.254	4.290	3.715	3.323	2.350	1.918	1.661	1.486	1.356	1.256	1.175	1.107
35	10.403	7.356	6.006	5.201	4.652	3.290	2.686	2.326	2.080	1.899	1.758	1.645	1.550
50	14.862	10.509	8.580	7.431	6.646	4.700	3.837	3.323	2.972	2.713	2.512	2.350	2.215
70	20.807	14.713	12.013	10.403	9.305	6.580	5.372	4.652	4.161	3.798	3.517	3.290	3.101
95	28.239	19.968	16.303	14.119	12.628	8.930	7.291	6.314	5.647	5.155	4.773	4.465	4.209
120	35.670	25.222	20.594	17.835	15.952	11.280	9.210	7.976	7.134	6.512	6.029	5.640	5.317
150	44.588	31.528	25.742	22.294	19.940	14.100	11.512	9.970	8.917	8.140	7.536	7.050	6.646
185	54.992	38.885	31.749	27.496	24.593	17.390	14.198	12.296	10.998	10.040	9.295	8.695	8.197
240	71.340	50.445	41.188	35.670	31.904	22.560	18.420	15.952	14.268	13.025	12.058	11.280	10.634
300	89.176	63.057	51.485	44.588	39.880	28.200	23.025	19.940	17.835	16.281	15.073	14.100	13.293

Por ejemplo, para cables Miguélez Afirenas XZ1 (S) 0,6/1 kV Al y Afirenas RZ1 (AS) 0,6/1 kV Al.

Resistencia eléctrica máxima de los conductores de cobre, cobre estañado o aluminio

Valores de “Resistencia eléctrica máxima de los conductores de cobre, cobre estañado o aluminio a 20 °C en CC (Ω/km)” para conductores de cables monoconductores y multiconductores según norma UNE-EN IEC 60228, EN IEC 60228 e IEC 60228.

Sección nominal mm ²	Conductor de cobre recocido desnudo Ω/km				Conductor de cobre estañado Ω/km				Conductor de aluminio Ω/km clase 2
	clase 1	clase 2	clase 5	clase 6	clase 1	clase 2	clase 5	clase 6	
0,5	36,0	36,0	39,0	39,0	36,7	36,7	40,1	40,1	-
0,75	24,5	24,5	26,0	26,0	24,8	24,8	26,7	26,7	-
1	18,1	18,1	19,5	19,5	18,2	18,2	20,0	20,0	-
1,5	12,1	12,1	13,3	13,3	12,2	12,2	13,7	13,7	-
2,5	7,41	7,41	7,98	7,98	7,56	7,56	8,21	8,21	-
4	4,61	4,61	4,95	4,95	4,70	4,70	5,09	5,09	-
6	3,08	3,08	3,30	3,30	3,11	3,11	3,39	3,39	-
10	1,83	1,83	1,91	1,91	1,84	1,84	1,95	1,95	3,08
16	1,15	1,15	1,21	1,21	1,16	1,16	1,24	1,24	1,91
25	0,727	0,727	0,780	0,780	-	0,734	0,795	0,795	1,20
35	0,524	0,524	0,554	0,554	-	0,529	0,565	0,565	0,868
50	0,387	0,387	0,386	0,386	-	0,391	0,393	0,393	0,641
70	0,268	0,268	0,272	0,272	-	0,270	0,277	0,277	0,443
95	0,193	0,193	0,206	0,206	-	0,195	0,210	0,210	0,320
120	0,153	0,153	0,161	0,161	-	0,154	0,164	0,164	0,253
150	0,124	0,124	0,129	0,129	-	0,126	0,132	0,132	0,206
185	0,101	0,0991	0,106	0,106	-	0,100	0,108	0,108	0,164
240	0,0775	0,0754	0,0801	0,0801	-	0,0762	0,0817	0,0817	0,125
300	0,0620	0,0601	0,0641	0,0641	-	0,0607	0,0654	0,0654	0,100
400	0,0465	0,0470	0,0486	-	-	0,0475	0,0495	-	0,0778
500	-	0,0366	0,0384	-	-	0,0369	0,0391	-	0,0605
630	-	0,0283	0,0287	-	-	0,0286	0,0292	-	0,0469

Clase 1: Conductores rígidos de un solo alambre. Suelen aparecer en la designación técnica del cable como “-U”.

Clase 2: Conductores rígidos de varios alambres cableados. Suelen aparecer en la designación técnica del cable como “-R”.

Clase 5: Conductores flexibles. Suelen aparecer en la designación técnica del cable como “-K” (uso fijo) o “-F” (uso móvil).

Clase 6: Conductores extra-flexibles. Suelen aparecer en la designación técnica del cable como “-H”.

Sección nominal: Valor que identifica una medida particular del conductor pero que no está sujeto a medida directa.

A cada medida particular de conductor, le corresponde una exigencia de valor máximo de la resistencia.

Recubrimiento metálico: Recubrimiento de una fina capa de un metal apropiado (p. ej. estaño o aleación de estaño).

Ejemplos:

Clase 1

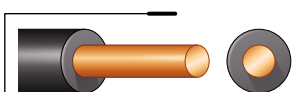


Imagen de un conductor de cobre, clase 1.

Clase 2

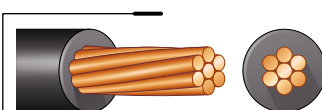


Imagen de un conductor de cobre, clase 2, sin compactar.

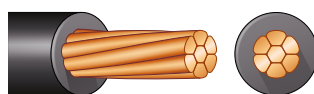


Imagen de un conductor de cobre, clase 2, compactado.

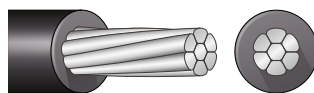


Imagen de un conductor de aluminio, clase 2, compactado.

Clase 5 ó 6

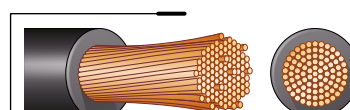


Imagen de un conductor de cobre, clase 5.

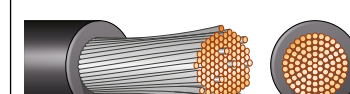


Imagen de un conductor de cobre estañado, clase 5.



La mayor red de **almacenes de cable** interconectados del mundo.



Consulta aquí nuestro
completo portafolio de
soluciones en cableado



 +34 987 845 101

 migulez@migulez.com

 www.migulez.com



SEDE CENTRAL:

Avda. Párroco Pablo Díez, 157
24010 León, España

